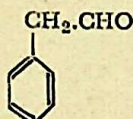
बेंज़ीनिक अल्डिहाइड और कीटोन
(Aromatic Aldehydes and Ketones)

बेंज़ीनिक अल्डिहाइड. ये दो प्रकारके होते हैं :

(क) **पार्श्व शृंखला अल्डिहाइड.** इनमें —CHO मूलक पार्श्व शृंखला (side chain) में होता है, जैसे—

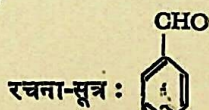
$CH_2.CHO$ (बेंज़ीन वलय से जुड़ा)

बेंज़ल्डिहाइड

(ख) **नाभिकीय अल्डिहाइड.** इनमें —CHO मूलक नाभिकसे सीधे जुड़ा रहता है, जैसे—

CHO (बेंज़ीन वलय से जुड़ा)

बेंज़ल्डिहाइड

बेंज़ल्डिहाइड (Benzaldehyde)

युक्ति सूत्र : $C_6H_5.CHO$ **रचना-सूत्र :** CHO (बेंज़ीन वलय से जुड़ा)

यह नाभिकीय अल्डिहाइडोंका सबसे सरल और प्रतिनिधि (typical) सदस्य है। यह कड़वे बादामोंमें ग्लूकोज़ और हाइड्रोसायनिक अम्लके साथ युक्त अवस्थामें पाया जाता है, इसलिए इसको 'कड़वे बादामोंका तेल' (oil of bitter almonds) भी कहते हैं।

गुण.

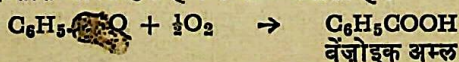
यह एक रंगहीन द्रव है।

बेंज़ल्डिहाइडकी रासायनिक प्रतिक्रियाओंका अध्ययन निम्नलिखित दो भागोंमें किया जायगा :

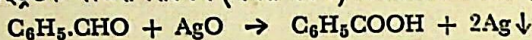
(क) एलीफ़ैटिक अल्डिहाइडोंके समान प्रतिक्रियाएं।
(ख) एलीफ़ैटिक अल्डिहाइडोंसे भिन्न प्रतिक्रियाएं।

(क) एलीफ़ैटिक अल्डिहाइडोंके समान प्रतिक्रियाएं.

1. बेंज़ल्डिहाइड शिफ़-प्रतिक्रिया देता है (देखो पृष्ठ 148)।
2. यह सरलतासे ऑक्सीकृत होकर अम्ल बनाता है।

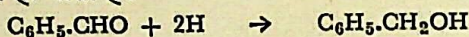
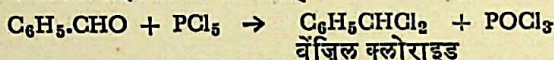
$$C_6H_5CHO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow C_6H_5COOH$$

बेंज़ोइक अम्ल

यह हवामें खुला रहने पर भी बेंज़ोइक अम्लके केलास बना देता है। यह अमोनियामय सिल्वर नाइट्रेटके घोलसे सिल्वर (रजत-दर्पण) अवक्षेपित करता है।

$$C_6H_5.CHO + AgO \rightarrow C_6H_5COOH + 2Ag\downarrow$$

3. **अवकरण.** सोडियम अमलगम और पानी द्वारा अवकृत होकर यह बेंज़िल अल्कोहलमें परिणत हो जाता है।

$$C_6H_5.CHO + 2H \rightarrow C_6H_5.CH_2OH$$

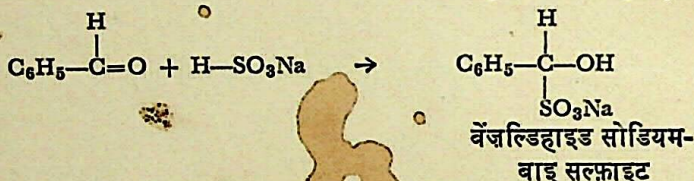
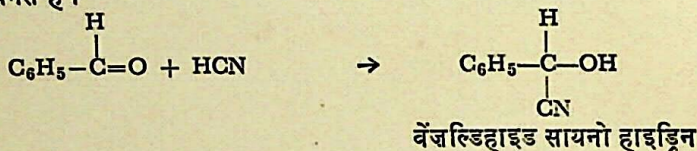
4. **फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रिया.** यह बेंज़िल क्लोराइड बनाता है।

$$C_6H_5.CHO + PCl_5 \rightarrow \underset{\text{बेंज़िल क्लोराइड}}{C_6H_5CHCl_2} + POCl_3$$

5. **सोडियम बाइ सल्फ़ाइट और हाइड्रोजन सायनाइडके साथ प्रतिक्रिया.** युक्त यौगिक बनते हैं।

$$C_6H_5-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + HCN \rightarrow C_6H_5-\overset{H}{\overset{|}{\underset{CN}{\underset{|}{C}}}}-OH$$

बेंज़ल्डिहाइड सायनो हाइड्रिन

$$C_6H_5-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + H-SO_3Na \rightarrow C_6H_5-\overset{H}{\overset{|}{\underset{SO_3Na}{\underset{|}{C}}}}-OH$$

बेंज़ल्डिहाइड सोडियम-बाइ सल्फ़ाइट

6. **हाइड्रॉक्सिलेमीन, हाइड्रेज़ीन फ़ेनिल [illegible]ड्रेज़ीन और सेमीकार्बेज़ाइडके साथ प्रतिक्रिया.** संघनन यौगिक बनते हैं।

$$C_6H_5-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\boxed{O + H_2}NOH \rightarrow C_6H_5-\overset{H}{\overset{|}{C}}=NOH + H_2O$$

बेंज़ल्डॉक्साइम

$$C_6H_5-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\boxed{O + H_2}N.NHC_6H_5 \longrightarrow C_6H_5CH=N.NHC_6H_5 + H_2O$$

बेंज़ल्डिहाइड फ़ेनिल हाइड्रेज़ीन

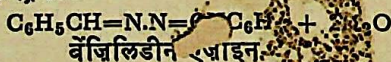
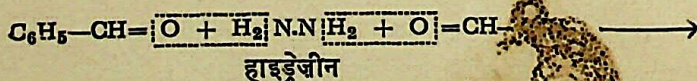
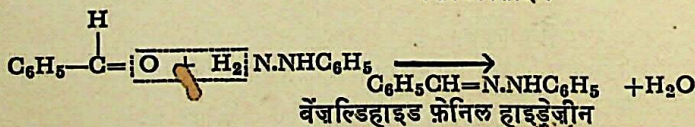
$$C_6H_5-CH=\boxed{O + H_2}N.NHCONH_2 \longrightarrow C_6H_5CH=N.NHCONH_2+H_2O$$

बेंज़ल्डिहाइड सेमी कार्वेज़ोन

$$C_6H_5-CH=\boxed{O + H_2}N.N\boxed{H_2 + O}=CH-[illegible] \longrightarrow$$

हाइड्रेज़ीन

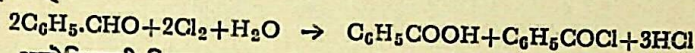
$$C_6H_5CH=N.N=[illegible]C_6H[illegible] + [illegible]O$$

बेंज़िलिडीन [illegible]ज़ाइन

(ख) एलीफ़ैटिक अल्डिहाइडोंसे भिन्न प्रतिक्रियाएं.

1. वेंज़ल्डिहाइड फ़ेहलिंग के घोलको अवकृत नहीं करता।

2. वेंज़ल्डिहाइडका वहुलीकरण नहीं होता।

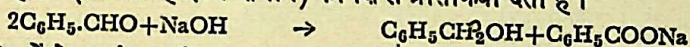
3. क्लोरीनकी क्रिया. क्लोरल जैसा कोई यौगिक नहीं बनता वल्कि ऑक्सीकरण होता है।

$$2C_6H_5.CHO+2Cl_2+H_2O \rightarrow C_6H_5COOH+C_6H_5COCl+3HCl$$

4. अमोनियाकी क्रिया. साधारण ताप* पर कोई युक्त यौगिक नहीं बनता वल्कि हाइड्रोवेंज़ेमाइड नामक संघनन क्रियाफल बनता है।

$$3C_6H_5CHO+2NH_3 \rightarrow \begin{matrix} C_6H_5CH{=}N \\ C_6H_5CH\lt \\ C_6H_5CH{=}N \end{matrix} +3H_2O$$

हाइड्रो वेंज़ेमाइड

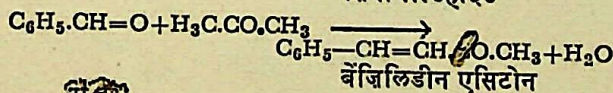
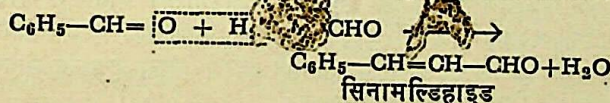
5. कैनिज़ारो प्रतिक्रिया. कोई भी α—हाइड्रोजन परमाणु न होनेके कारण वेंज़ल्डिहाइड (फ़ॉर्मल्डिहाइडके समान) कैनिज़ारो प्रतिक्रिया देता है।

$$2C_6H_5.CHO+NaOH \rightarrow C_6H_5CH_2OH+C_6H_5COONa$$

6. बेंज़ोइन संघनन (**Benzoin condensation**). पोटैसियम सायनाइडके अल्कोहलीय घोलके साथ गर्म करनेसे वेंज़ो[illegible] नामक एक सफ़ेद केलासीय पदार्थ बनता है।

$$\underset{\text{वेंज़ल्डिहाइड}}{C_6H_5—CHO} + \underset{\text{[illegible]ल्डिहाइड}}{H—[illegible]C_6H_5} \xrightarrow{(KCN)} \underset{\text{वेंज़ोइन}}{C_6H_5—CHOH—CO—C_6H_5}$$

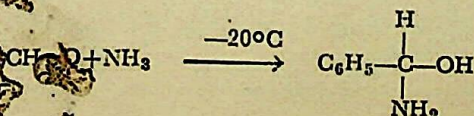
7. एलीफ़ैटिक अल्डिहाइडों और [illegible]नोंसे वह भिन्न प्रकारसे क्रिया करता है।

$$C_6H_5—CH{=}O + H[illegible]CHO \longrightarrow \underset{\text{सिनामल्डिहाइड}}{C_6H_5—CH{=}CH—CHO+H_2O}$$

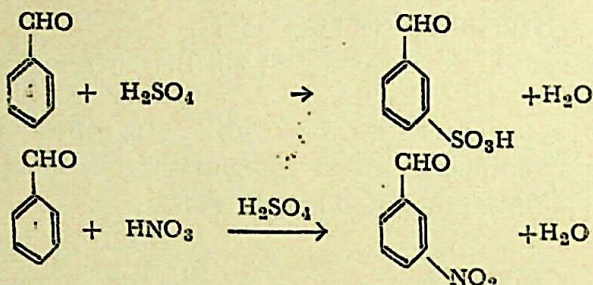
$$C_6H_5.CH{=}O+H_3C.CO.CH_3 \longrightarrow \underset{\text{बेंज़िलिडीन एसिटोन}}{C_6H_5—CH{=}CH.CO.CH_3+H_2O}$$

8. बेंज़ीन ना[illegible]क (चक्र) की प्रतिक्रियाएं. वेंज़ल्डिहाइडको सल्फ़ोनीकृत और

---

*—20°C पर बेंज़ल्डिहाइड-अमोनिया (युक्त यौगिक) प्राप्त किया जा सकता है।

$$C_6H_5CH{=}O+NH_3 \xrightarrow{-20°C} C_6H_5—\overset{H}{\underset{NH_2}{C}}—OH$$

नाइट्रोकृत आसानीसे किया जा सकता है किन्तु हैलोजनीकरण कठिन है क्योंकि —CHO का ऑक्सीकरण हो जाता है।

$$C_6H_5CHO + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_4(CHO)(SO_3H) + H_2O$$

$$C_6H_5CHO + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_4(CHO)(NO_2) + H_2O$$

उपयोग.

वेंज़ल्डिहाइड निम्न कामोंमें इस्तेमाल किया जाता है :

1. रंगों (जैसे मैलेकाइट ग्रीन) के वनानेमें
2. सुगन्धि उद्योग (perfumery) में
3. कुछ खाद्य पदार्थोंको सुगन्धित करनेके लिए।

परीक्षण.

यह निम्नलिखित परीक्षणों द्वारा [illegible]ना जा सकता है :

1. हवामें खुला रहने पर यह वेंज़[illegible] अम्लके सुन्दर केलास वनाता है।
2. शिफ़ प्रतिकारकका रंग गुलावी [illegible] है।
3. 1 घ० सें० वेंज़ल्डिहाइडको थोड़से [illegible]रीय पोटैसियम परमैंगनेटके साथ [illegible] करो। छान कर अवक्षेपित मैंगनीज़ डाइ ऑक्साइड अलग कर दो। छनितमें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाओ [illegible] अम्लका सफ़ेद अवक्षेप प्राप्त होगा।
4. ½ घ० सें० वेंज़ल्डिहाइडको [illegible] डाइमेथिल एनिलीन और दो बूंद सान्द्र सेल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करो। [illegible]क्रिया मिश्रणको लगभग 200 घ० सें० पानीमें डाल दो। 'मैलेकाइट ग्रीन' के वननेके कारण गहरा हरा रंग उत्पन्न होगा। यह वेंज़ल्डिहाइडके लिए विशिष्ट परीक्षण है।

वेंज़ीनिक कीटोन
(Aromatic Ketones)

जिन यौगिकोंमें कार्बोनिल मूलक (>C=O) से एक या दो बेंज़ीनिक (aromatic) मूलक संयुक्त रहते हैं, उन्हें वेंज़ीनिक कीटोन [illegible] हैं।

इनके प्रमुख और प्रतिनिधि उदाहरण वेंज़ो फ़ीनो[illegible] फ़ेनिल कीटोन) और एसिटोफ़ीनोन (मेथिल फ़ेनिल कीटोन) हैं।

$C_6H_5—CO—C_6H_5$,
वेंज़ोफ़ीनोन

[illegible]

रासायनिक दृष्टिसे >CO समूहकी जो प्रतिक्रियाएं एलीफ़ैटिक कीटोन देते हैं वे ही वेंज़ीनिक कीटोनोंमें भी पायी जाती हैं। ये वेंज़ीन नाभिककी विशिष्ट प्रतिक्रियाएं भी देते हैं जो एलीफ़ैटिक कीटोन नहीं देते।

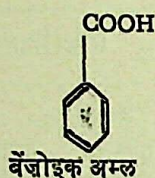
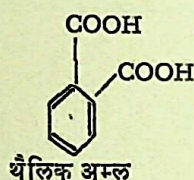
वेंज़ल्डिहाइड (वेंज़ीनिक अल्डिहाइड) और एसिटल्डिहाइड (एलीफ़ैटिक अल्डिहाइड) की तुलना

गुण	वेंज़ल्डिहाइड	एसिटल्डिहाइड
1. ऑक्सीकरण	सम्वन्धित अम्ल (वेंज़ोइक अम्ल) में ऑक्सीकृत हो जाता है।	सम्वन्धित अम्ल (एसिटिक अम्ल) में ऑक्सीकृत हो जाता है।
2. अमोनियामय सिल्वर नाइट्रेटकी क्रिया	रजत-दर्पण कठिनाईसे बनता है।	रजत-दर्पण सरलतासे बन जाता है।
3. फ़ेहलिंग के घोलकी क्रिया	घोल अवकृत नहीं होता।	घोल अवकृत होता है।
4. अमोनियाकी क्रिया	संघनन क्रियाफल वनता है।	युक्त यौगिक, एसिटल्डिहाइड अमोनिया [illegible]ता है।
5. सोडियम वाइ सल्फ़ाइट की क्रिया	यु[illegible]क वनता है।	युक्त यौगिक बनता है।
6. HCN की क्रिया	सा[illegible]नोहाइड्रिन बन[illegible] है।	सायनोहाइड्रिन [illegible]नता है।
7. क्लोरीनकी क्रिया	अ[illegible] द्वा[illegible] वेंज़[illegible] C_6H[illegible] COO[illegible], वनता है	ऑक्सीकरण द्व[illegible] क्लोरल (CCl_3[illegible]CHO[illegible] वनता है।
8. NH_2OH की क्रिया	ऑक्साइड बनता है।	ऑक्साइम बनता है।
9. हाइड्रेज़ीन और फ़ेनिल हाइड्रेज़ीनकी क्रिया	हाइड्रेज़ोन और फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन वनते हैं।	हाइड्रेज़ोन और फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन बनता है।
10. कास्टिक [illegible]रोंकी क्रिया	कैनिज़रो प्रतिक्रिया होती है।	रेज़िन वनते हैं।
11. शिफ़ प्रतिका[illegible]क पर प्रभाव	प्रतिकारकका रंग गुलाबी हो जाता है।	प्रतिकारकका रंग गुलाबी हो जाता है।
12. संघनन प्र[illegible]	वहुत प्रकारकी संघनन प्रतिक्रियाएं देता है।	केवल कुछ प्रकारकी संघनन प्रतिक्रियाएं (जैसे अल्डॉल संघनन) देता है।

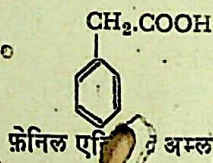
बेंज़ीनिक अम्ल
(Aromatic Acids)

ऐसे बेंज़ीनिक यौगिक जिनमें एक या अधिक कार्बोक्सिल (—COOH) मूलक हैं, बेंजीनिक अम्ल कहलाते हैं। इन्हें तीन वर्गोंमें बांट सकते हैं :

1. **सरल बेंज़ीनिक अम्ल.** इनमें —COOH मूलक बेंज़ीन नाभिकसे सीधे जुड़े रहते हैं, जैसे—

बेंज़ोइक अम्ल   थैलिक अम्ल

2. **पार्श्व शृंखला बेंज़ीनिक अम्ल.** इनमें—COOH मूलक किसी पार्श्व शृंखलामें होता है, जैसे—

$CH_2.COOH$

फ़ेनिल एसिटिक अम्ल

3. **प्रतिस्थापित बेंज़ीनिक अम्ल.** इनमें—COOH मूलककी उपस्थितिके अलावा (वह चाहे बेंज़ीन-चक्रसे जुड़ा हो या पार्श्व-शृंखलामें हो) कोई अन्य मूलक भी मौजूद रहता है, जैसे—

सैलिसिलिक अम्ल

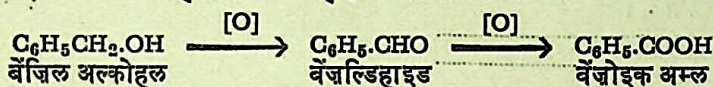
बेंज़ोइक अम्ल (Benzoic Acid)

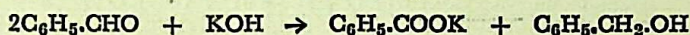
युक्ति-सूत्र : $C_6H_5.COOH$ रचना-सूत्र : COOH

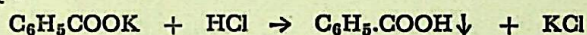
एक प्राकृतिक रेज़िन (natural resin) 'गम बेंज़ोइन' (Gum benzoin) में यह पाया जाता है।

बनानेकी विधियां.

1. **बेंज़िल अल्कोहल या बेंज़ल्डिहाइडके ऑक्सीकरणसे.**

$$\underset{\text{बेंज़िल अल्कोहल}}{C_6H_5CH_2.OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{बेंज़ल्डिहाइड}}{C_6H_5.CHO} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{बेंज़ोइक अम्ल}}{C_6H_5.COOH}$$

2. **कैनिज़ारोकी प्रतिक्रियासे.** बेंज़ल्डिहाइड पर कास्टिक पोटाशकी क्रिया से पोटैसियम बेंज़ोएट और बेंज़िल अल्कोहल बनते हैं।

$$2C_6H_5.CHO + KOH \rightarrow C_6H_5.COOK + C_6H_5.CH_2.OH$$

पोटैसियम बेंज़ोएटमें हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलानेसे बेंज़ोइक अम्ल अवक्षेपित हो जाता है।

$$C_6H_5COOK + HCl \rightarrow C_6H_5.COOH\downarrow + KCl$$

गुण.

यह एक सफ़ेद केलासीय ठोस (द्रवणांक = 121°C) है। तेज़ीसे गर्म करने पर यह ऊर्ध्वपातित हो जाता है, पर धीरे-धीरे गर्म करनेसे 250°C पर उबलता है। यह भापके साथ वाष्पशील है। ठण्डे पानीमें बहुत कम घुलता है किन्तु गर्म पानी, एथेनॉल और ईथरमें घुलनशील है।

बेंज़ोइक अम्लकी रासायनिक प्रतिक्रियाएं एलीफ़ैटिक अम्लों जैसी ही हैं। केवल बेंज़ीन-चक्रकी प्रतिक्रियाओंमें ही यह उ[illegible] भिन्न है।

1. **लवण और एस्टरोंका बन[illegible]**

$$C_6H_5.COOH + NaOH \rightarrow \underset{\text{सो[illegible]यम बेंज़ोएट (लवण)}}{[illegible]H_5.COONa} + H[illegible]$$

$$C_6H_5.COOH + C_2H_5[illegible] \xrightarrow{[illegible]O_4)} \underset{\text{एथिल बेंज़ोएट (एस्टर)}}{[illegible].COOC_2H_5} + H_2O$$

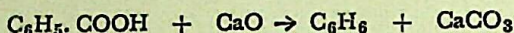
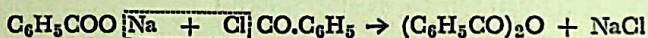
2. **फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रिया.** बेंज़ोइल क्लोराइड बनता है।

$$C_6H_5.COOH + PCl_5 \rightarrow C_6H_5.COCl + POCl_3 + HCl$$

3. **अमोनि[illegible]से प्रतिक्रिया.** पहले अमोनियम बेंज़ोएट और फिर (गर्म करने पर) बेंज़ेमाइड ब[illegible]ता है।

$$C_6H_5[illegible] NH_3 \rightarrow C_6H_5.COONH_4 \xrightarrow[\text{(ऊष्मा)}]{-H_2O} C_6H_5CONH_2$$

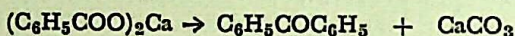
4. [illegible] चूने (CaO) या कैल्सियम हाइड्रॉक्साइडके साथ गर्म कर[illegible] [illegible]क्त होकर बेंज़ीन बनता है।

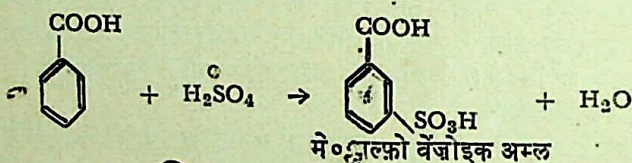
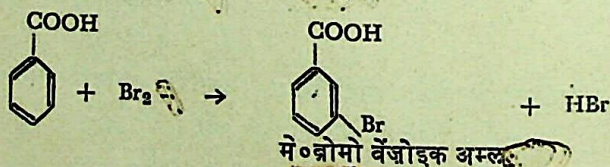
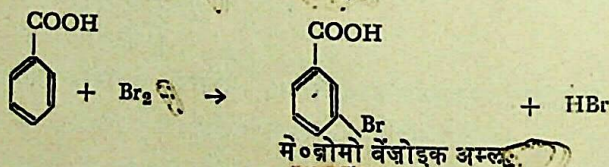
$$C_6H_5.COOH + CaO \rightarrow C_6H_6 + CaCO_3$$

इसके सोडियम लवणको सोडा लाइमके साथ गर्म करनेसे भी विकार्वाक्सिली-करण होता है।

$$C_6H_5\,\boxed{COONa + NaO}\,H(CaO) \rightarrow Na_2CO_3 + C_6H_6 + CaO$$

5. बेंज़ोइक अनहाइड्राइडका बनना. सोडियम बेंज़ोएट और बेंज़ोइल क्लोराइडकी प्रतिक्रियासे बेंज़ोइक अनहाइड्राइड बनता है।

$$C_6H_5COO\,\boxed{Na + Cl}\,CO.C_6H_5 \rightarrow (C_6H_5CO)_2O + NaCl$$

6. कैल्सियम लवणका शुष्क आसवन. बेंज़ोफ़ीनोन बनता है।

$$(C_6H_5COO)_2Ca \rightarrow C_6H_5COC_6H_5 + CaCO_3$$

7. बेंज़ीन नाभिककी प्रतिक्रियाएं. प्रत्येक दशामें मेटा व्युत्पन्न बनते हैं।

सल्फ़ोनीकरण.

उपयोग.

1. बेंज़ोइक अम्ल और सोडियम बेंज़ोएट खाद्य पदार्थोंके ...क्षण (preservation) के लिए उपयोग किये जाते हैं।
2. औषधियोंके निर्माणमें इसका उपयोग होता है।
3. रंग-उद्योगमें यह और इसके व्युत्पन्न इस्तेमाल ...
4. इसके कुछ एस्टर सुगन्धियों (perfumes) में ... ...से ...

परीक्षण.

1. बेंज़ोइक अम्लका उदासीन घोल फ़ेरिक क्लोराइडके साथ हल्के भूरे रंगका अवक्षेप देता है जो भास्मिक फ़ेरिक-वेंज़ोएटके कारण होता है। यह अवक्षेप हाइड्रो-क्लोरिक अम्लमें घुल जाता है।

2. वेंज़ोइक अम्लको थोड़ेसे (कुछ वूंद) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें एथिल अल्कोहलके साथ गर्म करो। एथिल वेंज़ोएट वनेगा जो अपनी पिपरमिण्ट जैसी गन्धके कारण आसानीसे पहचान लिया जाता है।

प्रश्न

वेंज़ीनिक हाइड्रोकार्वन

1. कोलतार श्रावणका एक संक्षिप्त विवरण दो। इससे वेंज़ीन कैसे वनायी जाती है ?

2. जव सोडियम वेंज़ोएट और सोडालाइमके मिश्रणको तेज़ गर्म करते हैं तो क्या होता है ?

3. वेंज़ीनके भौतिक और रासायनिक गुणोंका वर्णन करो।

4. वेंज़ीन निम्नलिखितके साथ क्या क्रिया करता है :
   (क) सान्द्र नाइट्रिक अम्ल और सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लका मिश्रण ।
   (ख) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल। (उ० प्र० 1956)

5. वेंज़ीनसे नाइट्रो-वेंज़ीन कैसे प्राप्त करोगे ?

6. नाइट्रोकरण और क्लोरीनीकर[illegible] सहित समझाओ।

7. वेंज़ीनका रचना-सूत्र लिखो।

8. अनुस्थापन (orientation) [illegible] समझ[illegible]हो ? कैसे ज्ञात करोगे कि दिया हुआ वेंज़ीनिक यौगिक ऑर्थो, मेटा [illegible] यौगिक है ?

9. (क) वेंज़ीनिक हाइड्रोक[illegible]क्षणिक [illegible]र एक टिप्पणी लिखो।
   (ख) कैसे ज्ञात करोगे कि दिया हुआ द्रव वेंज़ीन है। (उ० प्र० 1953)

10. मेथेन, एथिलीन और वेंज़ीनके गुणोंकी तुलना करो।

वेंज़ीनिक नाइट्रो यौगिक

1. नाइट्रो-वेंज़ीनके [illegible]का वर्णन करो। इसके अवकरणसे कौनसे क्रियाफल मिलते हैं। दशाए[illegible] समीकरण दो।

2. नाइ[illegible]को टिन और सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्लके साथ गर्म करने पर क्या होता है ? (उ० प्र० 1959, 1961)

3. [illegible]पहचानोगे ?

4. [illegible]या स[illegible]ना-सूत्र लिखो।

$$C_6H_5.COOH + CaO \rightarrow C_6H_6 + CaCO_3$$

इसके सोडियम लवणको सोडा लाइमके साथ गर्म करनेसे भी विकार्बाक्सिली-करण होता है।

$$C_6H_5 \boxed{COONa + NaO} H(CaO) \rightarrow Na_2CO_3 + C_6H_6 + CaO$$

5. **बेंज़ोइक अनहाइड्राइडका बनना.** सोडियम बेंज़ोएट और बेंज़ोइल क्लोराइडकी प्रतिक्रियासे बेंज़ोइक अनहाइड्राइड बनता है।

$$C_6H_5COO \boxed{Na + Cl} CO.C_6H_5 \rightarrow (C_6H_5CO)_2O + NaCl$$

6. **कैल्सियम लवणका शुष्क आसवन.** बेंज़ोफ़ीनोन बनता है।

$$(C_6H_5COO)_2Ca \rightarrow C_6H_5COC_6H_5 + CaCO_3$$

7. **बेंज़ीन नाभिककी प्रतिक्रियाएं.** प्रत्येक दशामें मेटा व्युत्पन्न बनते हैं।

सल्फ़ोनीकरण.

उपयोग.

1. बेंज़ोइक अम्ल और सोडियम बेंज़ोएट खाद्य पदार्थोंके [illegible]क्षण (preservation) के लिए उपयोग किये जाते हैं।
2. औषधियोंके निर्माणमें इसका उपयोग होता है।
3. रंग-उद्योगमें यह और इसके व्युत्पन्न इस्तेमाल [illegible]
4. इसके कुछ एस्टर सुगन्धियों (perfumes) में [illegible]

परीक्षण.

1. बेंज़ोइक अम्लका उदासीन घोल फ़ेरिक क्लोराइडके साथ हल्के भूरे रंगका अवक्षेप देता है जो भास्मिक फ़ेरिक-बेंज़ोएटके कारण होता है। यह अवक्षेप हाइड्रोक्लोरिक अम्लमें घुल जाता है।

2. बेंज़ोइक अम्लको थोड़ेसे (कुछ बूंद) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें एथिल अल्कोहलके साथ गर्म करो। एथिल बेंज़ोएट बनेगा जो अपनी पिपरमिण्ट जैसी गन्धके कारण आसानीसे पहचान लिया जाता है।

प्रश्न

बेंज़ीनिक हाइड्रोकार्बन

1. कोलतार श्रावणका एक संक्षिप्त विवरण दो। इससे बेंज़ीन कैसे बनायी जाती है ?

2. जब सोडियम बेंज़ोएट और सोडालाइमके मिश्रणको तेज़ गर्म करते हैं तो क्या होता है ?

3. बेंज़ीनके भौतिक और रासायनिक गुणोंका वर्णन करो।

4. बेंज़ीन निम्नलिखितके साथ क्या क्रिया करता है :
   (क) सान्द्र नाइट्रिक अम्ल और सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लका मिश्रण।
   (ख) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल। (उ० प्र० 1956)

5. बेंज़ीनसे नाइट्रो-बेंज़ीन कैसे प्राप्त करोगे [illegible]

6. नाइट्रोकरण और क्लोरीनीकर[illegible] सहित समझाओ।

7. बेंज़ीनका रचना-सूत्र लिखो।

8. अनुस्थापन (orientation) [illegible] समझ[illegible] हो ? कैसे ज्ञात करोगे कि दिया हुआ बेंज़ीनिक यौगिक ऑर्थो, मेटा [illegible] यौगिक है [illegible]

9. (क) बेंज़ीनिक हाइड्रोक[illegible] क्षणिक [illegible]र एक टिप्पणी लिखो।
   (ख) कैसे ज्ञात करोगे कि दिया हुआ द्रव बेंज़ीन है।
   (उ० प्र० 1953)

10. मेथेन, एथिलीन और बेंज़ीनके गुणोंकी तुलना करो।

बेंज़ीनिक नाइट्रो यौगिक

1. नाइट्रो-बे[illegible]ीनके [illegible]ों का वर्णन करो। इसके अवकरणसे कौनसे क्रियाफल मिलते हैं। दशाए[illegible] समीकरण दो।

2. नाइ[illegible]को टिन और सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्लके साथ गर्म करने पर क्या होता है [illegible] (उ० प्र० 1959, 1961)

3. [illegible] पहचानोगे ?

4. [illegible]ना-सूत्र लिखो।

बेंज़ीनिक एमीनो यौगिक

1. एनिलीन पर निम्नलिखितकी क्या क्रिया होती है :
   (क) सोडियम नाइट्राइट और हाइड्रोक्लोरिक अम्लके मिश्रणकी।
   (ख) नाइट्रस अम्लकी।
   (ग) क्लोरोफ़ॉर्म और अल्कोहलिक कास्टिक पोटाशकी
   (उ० प्र० 1951, 54, 56)
   (घ) एसिटल्डिहाइडकी।
   (ङ) ब्रोमीनकी।
   (च) ठण्डे नाइट्रिक अम्लकी।
   (छ) कार्बन डाइसल्फ़ाइडकी।
   (ज) हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी।
   (झ) एसिटिल क्लोराइडकी।
2. हाइड्रोक्लोरिक अम्लमें घुली एनिलीन पर HNO_2 की क्या क्रिया होती है ? (उ० प्र० 1948, 50)
3. एथिल एमीन और एनिलीनके बीच पहचान करनेके लिए क्या-क्या रासायनिक परीक्षाएं करोगे ? (उ० प्र० 1960)
4. एनिलीनका रचना-सूत्र लिखो। (उ० प्र० 1947)
5. एनिलीनके सामान्य गुण और उपयोग लिखो। (उ० प्र० 1947, 58, 61)

[illegible]ज़ीनिक हाइड्रॉक्सी यौगिक

1. फ़ेनॉलके भौतिक औ[illegible]णोंका वर्णन करो। (उ० प्र० 1945)
2. फ़ेनॉलकी निम्नलिखि[illegible]या क्रिया होती है ?
   (क) कास्टिक क्षारों[illegible]
   (ख) कार्बोनीकृत थ[illegible]रोंसे।
   (ग) जस्तेके चूर्णके [illegible]थ गर्म[illegible]
   (घ) ब्रोमीनसे।
3. कैसे मालूम करोगे कि दिया हुआ द्रव फ़ेनॉल है या एनिलीन ? (उ० प्र० 1953)
4. अल्कोहलीय घोल[illegible] फ़ेनॉलकी उपस्थिति कैसे पहचानोगे ? ([illegible]० प्र० 1956)
5. अलग-अलग परखनलियोंमें पांच[illegible]लीय घोल [illegible] जाते हैं जिनमें ग्लिसरीन, ग्लूकोज़, गन्नेकी शकर, यूरिया और फ़ेन[illegible] इ[illegible]की पहचानके लिए क्या परीक्षा करोगे ?
6. फ़ेनॉलके सामान्य गुण और उपयोग बताओ। ([illegible]० प्र० 1961)
7. फ़ेनॉलका रचना-सूत्र लिखो। ([illegible] प्र० 1947)
8. नाइट्रो-बेंज़ीनसे बेंज़ीन कैसे प्राप्त करोगे ?
9. फ़ेनॉलके मुख्य गुण बताओ। ([illegible]47, 58)

बेंज़ीनिक अल्डिहाइड और कीटोन

1. बेंज़ल्डिहाइडके गुणोंका वर्णन करो।
2. बेंज़ल्डिहाइड और एसिटल्डिहाइडकी तुलना करो।
3. बेंज़ल्डिहाइडको बेंज़ीनमें परिवर्तित करनेके लिए कौन-कौनसे प्रतिकारकों की आवश्यकता होगी ?
4. बेंज़ल्डिहाइडका रचना-सूत्र लिखो।

बेंज़ीनिक अम्ल

1. बेंज़ोइक अम्लके भौतिक और रासायनिक गुणोंका वर्णन करो ? (उ० प्र० 1945)
2. बेंज़ोइक अम्ल पर निम्नलिखितकी क्या क्रिया होती है ?
   (क) शुष्क सोडा लाइमके साथ गर्म करने पर
   (ख) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल और सान्द्र नाइट्रिक अम्लकी
   (ग) फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी
3. बेंज़ोइक अम्लको बेंज़ीनमें कैसे बदलोगे ?
4. बेंज़ोइक और टारटेरिक अम्लमें कैसे भेद करोगे ?
5. बेंज़ोइक अम्लका रचना-सूत्र लिखो। कैसे ज्ञात करोगे कि दिया हुआ चूर्ण बेंज़ोइक अम्ल है ? (उ० प्र० 1953)

बन्द श्रृंखला यौगिक

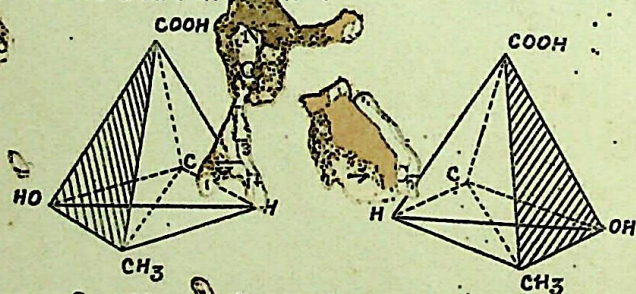
पहली श्रृंखला यौगिक और बन्द श्रृंखला बेंज़ीनिक यौगिकोंमें भेद करनेके लिए परीक्षाएं दो।

21

समावयवता

(Isomerism)

हमने कार्बनिक रसायनके अध्ययनमें इस बातको समझ लिया कि किसी कार्बनिक यौगिकके बारेमें यह जान लेना काफ़ी नहीं है कि उसमें कौनसे तत्व हैं और उन तत्वों के कितने परमाणु उस यौगिकके अणुमें उपस्थित हैं, बल्कि यह जानना बड़ा जरूरी है कि ये परमाणु उस कार्बनिक यौगिकके अणुमें किस प्रकार सजे हुए हैं। हमने देखा कि C_2H_6O कह देनेसे यह नहीं पता चलता कि यह एथेनॉल (C_2H_5OH) है या डाइमेथिल ईथर (CH_3OCH_3)। दोनों यौगिकोंमें एक ही अवयव हैं अर्थात् ये समावयवी हैं। समावयवता कार्बनिक यौगिकोंमें बहुत अधिक मिलती है अर्थात् अक्सर एक ही अणु-सूत्रवाले एकसे अधिक यौगिक हमें मिलेंगे। समावयवता कई तरहकी हो सकती है।

सबसे सरल समावयवता वह है जिसमें परमाणुओंकी आपेक्षिक स्थितियां (relative positions) तो बिल्कुल एक-सी हैं लेकिन परमाणु ऐसे सजे हैं जैसे एक समावयवीका अणु दूसरे समावयवीका शीशेमें प्रतिबिम्ब हो। यह बात नीचेकी तस्वीरसे आसानीसे समझमें आ सकेगी*।

चित्र 39. टार्टरिक अम्लके प्रकाश समावयवी गुण।

दोनों ही अणु टारटरिक अम्लके हैं [illegible] इन अणुओंमें परमाणु एक दूसरेके उल्टे सजे हुए हैं इनकी रचनामें कोई भी अन्तर नहीं है। ऐसे अणु एक ही रासायनिक गुण रखते हैं और इनके भौतिक गुण [illegible] गुणको छोड़कर सब एक से होते हैं। इन दोनोंमें भिन्न भौतिक गुण यह है कि जब ध्रुवीकृत प्रकाशकी किरण

---

* याद दिहानीके लिए देखो पृष्ठ 14-17 कार्बन [illegible] फलकीय प्रकृति।'

इनमेंसे गुजरती हैं तो उसके ध्रुवीयनतलकी दिशाको एक दाहिनी ओर घुमा देता है और दूसरा बायीं ओर। जो समावयवी दाहिनी ओर घुमाता है उसे दक्षावर्त और जो बायीं ओर घुमाता है उसे वामावर्त कहते हैं। चूंकि इनके बाकी सब गुण एक से हैं, इसलिए ये एक ही यौगिकके दो प्रकार माने जाते हैं। यदि इन दोनोंको बराबर मात्रामें मिला दिया जाय तो यह मिश्रण ध्रुवीकृत प्रकाशके ध्रुवीयनतलको नहीं घुमाता क्योंकि दोनों नमूने एक दूसरेके प्रभावको काट देते हैं। चूंकि इन दो प्रकारके समावयवियोंमें प्रकाशसे सम्बन्धित फ़र्क ही है, इसलिए इन्हें प्रकाश समावयवी (optical isomers) कहते हैं और इस प्रकारकी समावयवताको प्रकाश समावयवता (opticalisomerism) कहते हैं। प्रकाश समावयवता उन्हीं यौगिकोंमें होती है जिनके सूत्रको दो प्रकारसे ऐसे लिखा जा सके कि एक, दूसरेका प्रतिबिम्ब हो। यह तभी हो सकता है जब यौगिकमें कमसे कम एक कार्बन परमाणु ऐसा हो जिसकी चारों संयोजकताएं भिन्न-भिन्न तत्त्वों या मूलकोंसे सन्तुष्ट हों क्योंकि अगर दो संयोजकताएं भी एक ही प्रकारके तत्व या मूलक द्वारा सन्तुष्ट होंगी तो प्रतिबिम्ब वाला फ़र्क पैदा न हो सकेगा। ऐसा कार्बन परमाणु जिसकी चारों संयोजकताएं भिन्न तत्वों या मूलकोंसे सन्तुष्ट हुई हों असम्मितीय कार्बन परमाणु (assymetric carbon atom) कहलाता है। यह समावयवता कोई रचनात्मक अन्तरके कारण नहीं होती। यह तो सिर्फ़ आकाशमें सीधी-उल्टी स्थितियोंके कारण होती है; इसलिए इसको सामान्य नाम आकाश समावयवता (stereo-isomerism) दिया गया है। प्रकाशके ध्रुवीयन तलको घुमाना तो एक पहचान है।

ऊपर ध्रुवीकृत प्रकाशकी किरणका ज़िक्र किया [illegible] है। यह भी समझ लो कि ध्रुवीकृतका क्या मतलब है।

कुछ पदार्थ ऐसे होते हैं जिनमेंसे ह[illegible]शकी एक पुंज गुज़रे [illegible] प्रकाश की तरंगे जो प्रकाशकी गमन-रेखाके लम्बवत् [illegible]शामें कम्पित हो रही हैं [illegible] सब को वह सोख लेगा और सिर्फ़ एक [illegible]को [illegible] बाहर निकलने देगा जिसकी सारी तरंगोंका कम्पन प्रकाशकी गमन-[illegible]वत् [illegible] एक समतलमें हो। ऐसे पदार्थों को प्रकाश छानक या अंग्रेजी [illegible]l rec[illegible] कहते हैं और इस छने हुए प्रकाशको ध्रुवीकृत प्रकाश कहते हैं। आईसलैण्ड स्पार और टूरमेलीन नामक पदार्थोंके केलास अच्छे प्रकाश शोधक हैं। प्रकाशको इनमें गुजारकर ध्रुवीकृत कर लेते हैं।

अब यदि किसी यौगिकके समावयवियोंका पता लगाना होता है तो उस यौगिक का पानीमें घोल तैयार कर लिया जाता है। ध्रुवीकृत प्रकाशको इस घोलसे गुजरने दिया जाता [illegible] फिर देखते हैं कि इस घोलका प्रकाशके ध्रुवीयनतल पर क्या असर पड़ा। [illegible] वह [illegible] गया तो कहेंगे कि यौगिक दक्षभ्रामक (dextro-rota[illegible]) [illegible]दि, बायीं ओर तो कहेंगे कि यौगिक वाम-भ्रामक (laevo-rota[illegible]) है। जितनी डिग्रियोंके कोणसे ध्रुवीयन-तल घूमता है वही उस यौगिककी [illegible] नाप है। अब यह देखना है कि ध्रुवीयन-तलका घूमना और घुमावकी [illegible] सम्भव होता है।

[illegible] प्रिज़्म लेते हैं। पहले एकसे प्रकाश गुज़ारते हैं, फिर दूसरे से। [illegible] नहीं है तो वह प्रकाशको अपने अन्दरसे निकलने ही

नहीं देगा। दूसरे प्रिज़मको घुमाते जाते हैं जब तक कि ऐसी स्थिति न आ जाय कि पूरा प्रकाश उसमेंसे बिना रुकावट निकलने लगे। अब यौगिकके घोलको इन दोनों प्रिज़मोंके बीचमें रख देते हैं यदि यौगिकने तलको घुमा दिया तो फिर दूसरे प्रिज़ममें से प्रकाशका आना बन्द या कम हो जायगा। अब इस दूसरे प्रिज़मको घुमाने लगो जब फिरसे पूरा प्रकाश आने लगे तो इस नयी स्थितिको देखो कि कितने डिग्री घुमाना पड़ा। अब मालूम हो गया कि प्रकाशके तलको यौगिकके घोलने कितना और किस तरफ़ घुमाया है। इन प्रिज़मोंको निकॉल प्रिज़्म (Nicol prism) कहते हैं और दो निकॉल प्रिज़मोंसे युक्त दृष्टि यंत्रको पोलारीमीटर कहते हैं।

आकाश या प्रकाश समावयवताके अलावा दूसरे प्रकारकी समावयवता वह है जिसमें दो समावयवियोंमें रचनात्मक भिन्नता हो, ऐसी समावयवताको रचनात्मक समावयवता (**structural isomerism**) कहते हैं।

रचनात्मक समावयवता चार तरह की हो सकती है:

1. स्थिति समावयवता (Position isomerism).

$$\overset{4}{C}H_3—\overset{3}{C}H_2—\overset{2}{C}H=\overset{1}{C}H_2$$
ब्यूटीन–1

$$\overset{4}{C}H_3—\overset{3}{C}H=\overset{2}{C}H—\overset{1}{C}H_3$$
ब्यूटीन–2

ऊपरकी दो प्रकार की ब्यू[illegible] स्थिति समावयवताका उदाहरण हैं, इनके बारेमें हम पृष्ठ 62-63 तथा पृष्ठ 84-85 प[illegible] चुके हैं।

2. श्रृंखला समावयवता ([illegible]in isomerism).

$CH_3—CH_2—[illegible]H=C[illegible]$ [illegible]ब्यूटीन–1

$(H_3C)_2C=[illegible]$ [illegible] [illegible]सो ब्यूटीन

ये दो प्रकारकी ब्यूटीन श्रृंखला समावयवता दिखाती हैं, श्रृंखला समावयवताके बारे में हम पृष्ठ 62-63, पृष्ठ 84-85 और पृष्ठ 119-120 पर पढ़ चुके हैं।

3. लाक्षणिक समावयवता (Functional isomerism).

$$H—\underset{H}{\overset{H}{|}}C—\underset{H}{\overset{H}{|}}C—OH$$
एथेनॉल

$$H—\underset{H}{\overset{H}{|}}C—[illegible]—\underset{H}{\overset{H}{|}}C—H$$
डाइ मेथिल ई[illegible]

एथेनॉलमें लाक्षणिक मूलक–OH है और डाइमेथि[illegible] [illegible]क मूलक –O–है, इस प्रकारकी समावयवताके बारेमें हम पृष्ठ [illegible] + [illegible] पर पढ़ चुके हैं।

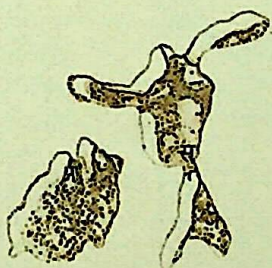
4. मितावयवता (Metamerism).

$C_2H_5.O\ C_2H_5$	$CH_3.O.C_3H_7$	$CH_3.O.CH.(CH_3)_2$
डाइ एथिल ईथर	मेथिल नॉर्मल प्रोपिल ईथर	मेथिल आइसो प्रोपिल ईथर

ऊपरके तीनों ईथर समावयवी हैं क्योंकि इन तीनोंका अणुसूत्र $C_4H_{10}O$ है, इनके एल्किल मूलक भिन्न हैं। ऐसी समावयवताको जो एक ही सधर्ममालाके विभिन्न सदस्योंके बीच पायी जाती है मितावयवता (metamerism) कहते हैं। इसके बारे में हम पृष्ठ 136 पर विस्तारसे अध्ययन कर चुके हैं।

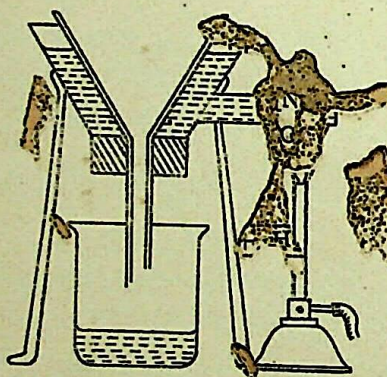
प्रश्न

1. समावयवता पर टिप्पणी लिखो और उदाहरण दो।
(उ० प्र० 1948, 51, 54, 56, 58)

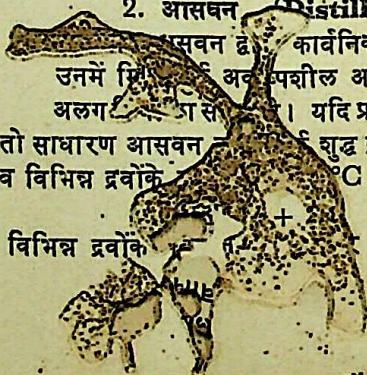
22

कार्बनिक यौगिकोंका शोधन

(Purification of Organic Compounds)

किसी यौगिकमें उपस्थित अशुद्धियां अक्सर उसके गुणोंमें बड़ा परिवर्तन कर देती हैं। अतः किसी पदार्थके सही गुण जाननेका प्रयत्न करनेसे पहले उसे शुद्ध कर लेना आवश्यक है। उपयोगमें लानेके पहले भी बहुत-से यौगिकोंको शुद्ध करना आवश्यक होता है। अतः कार्बनिक यौगिकोंके शोधनके तरीके बड़ा महत्त्व रखते हैं, यहां इन तरीकोंका वर्णन किया जायेगा,

1. पुनर्केलासन (Recrystallisation). ऐसा घोलक लो जिसकी गर्म अवस्था में यौगिक घुल जाय और अशुद्धियां न घुलें और ठण्डा होने पर यौगिकके केलास निकल आयें। पदार्थको ऐसे घोलककी कमसे कम मात्रामें घोल कर, गर्म पानीकी जैकेट लगी कीपमें छन्नक पत्र लगा कर छान लो। छनित घोलको ठण्डा होनेके लिए रख दो। शुद्ध यौगिकके केलास बन जायेंगे। इन्हें चूषण-पम्प द्वारा बुक्नर-कीप पर छान लो और ठण्डे घोलककी थोड़ीसी मात्रासे धोकर, पहले चूषण द्वारा, [illegible] सरन्ध्र (porous) प्लेट पर सुखा [illegible] यदि पदार्थ जल-ग्राही हो तो सुखाने [illegible] लिए डेसीकेटरका इस्तेमाल करो। यदि एक बारमें ही बिल्कुल शुद्ध पदार्थ न प्राप्त हो तो यह क्रिया कई बार दुहराओ।

चित्र 40. जैकेट युक्त छन्नक कीप।

2. आसवन (Distillation). [illegible] आसवन द्वारा कार्बनिक द्रवोंको उनमें मिश्रित [illegible] अवाष्पशील अशुद्धियोंसे अलग [illegible] जा सकता है। यदि प्रतिक्रिया-मिश्रणमें वाष्पशील अशुद्धियां भी हों तो साधारण आसवन [illegible] शुद्ध द्रव प्राप्त करना उसी समय सम्भव होता है जब विभिन्न द्रवोंके [illegible] °C या इससे अधिकका अन्तर हो।

द्रवोंके ऐसे मिश्रणका, जिसमें विभिन्न द्रवोंके [illegible] कम हो,

प्रभाजक स्तम्भ (**fractionating column**) (चित्र 41) की सहायतासे आसवन किया जाता है। आसवन फ्लास्कको प्रभाजक स्तम्भसे जोड़ देते हैं और पहली वार में प्राप्त होनेवाले प्रभाजनोंको वार-वार तव तक आसवित करते हैं जव तक 'स्थिर क्वथनांक' (constant boiling) प्रभाजन न प्राप्त हो जाय। प्रभाजक-स्तम्भके इस्तेमालसे यह लाभ होता है कि आसवन अधिक वार नहीं करना पड़ता।

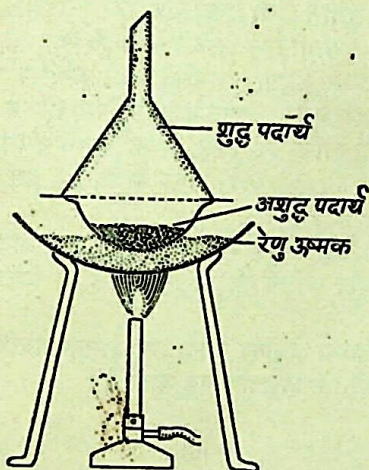
चित्र 41. प्रभाजक स्तम्भ।

2. प्रभाजक स्तम्भोंका सिद्धान्त यह है कि उवलते हुए मिश्रणसे ऊपरको उठती हुई वाष्प-धारा, स्तम्भके ऊपरी भागोंमें पहलेसे संघनित द्रवकी नीचे आती हुई धाराके सम्पर्क में आती है तो कम वाष्पशील द्रवोंकी वाष्प तुरन्त संघनित होकर आसवन फ्लास्कमें वापस आ जाती है।

वहुत-से द्रव ऐसे होते हैं जो वायुमण्डलीय दवाव पर उवाले जानेसे विच्छेदित हो जाते हैं। ऐसे द्रवोंके शोधनके लिए न्यूनीकृत दवाव (reduced pressure) पर आसवन किया

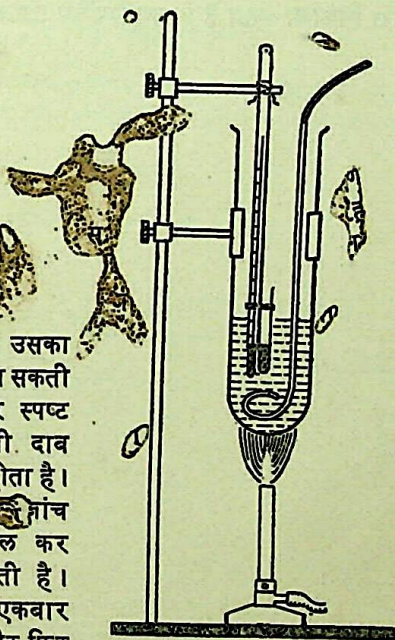
...2. न्यूनीकृत दवाव पर आसवन।

कीपको ठण्डा रखनेके लिए उस पर एक नम कपड़ा लपेट देते हैं। ऊर्ध्वंपातित पदार्थकी वाष्प कीपकी ठण्डी दीवारों पर ठोस होकर जम जाती है। छन्नक पत्र ऊर्ध्वंपातित पदार्थको दोबारा प्यालीमें गिरनेसे रोकता और कीपको गर्म हो जानेसे बचाता है।

5. **घोलक द्वारा निष्कर्षण (Extraction with solvent).** यदि अभीष्ट कार्बनिक यौगिक घुलित अवस्थामें हो और उस घोलसे उसको सीधे प्राप्त करना (अर्थात् आसवन या वाष्पन द्वारा) सम्भव न हो तो उसमें कोई ऐसा घोलक मिला कर हिलाया जाता है जिसमें केवल अभीष्ट यौगिक ही घुलनशील हो। कई वार घोलककी थोड़ी-थोड़ी मात्राके साथ निष्कर्षण करना एक ही वार घोलककी अधिक मात्राके साथ निष्कर्षण करनेकी अपेक्षा अधिक अच्छा होता है। इस विधिकी सफलताके लिए यह आवश्यक है कि दूसरे घोलकसे अभीष्ट यौगिकको आसवन या वाष्पन द्वारा प्राप्त करना होना चाहिए।

चित्र 44. ऊर्ध्वंपातन द्वारा शोधन।

शुद्ध पदार्थोंकी पहचान

किसी पदार्थकी शुद्धताकी जांच उसका द्रवणांक या क्वथनांक निकाल कर की जा सकती है। शुद्ध यौगिकका एक निश्चित और स्पष्ट (sharp) द्रवणांक होता है और किसी दाव पर एक निश्[illegible]और स्पष्ट क्वथनांक होता है।

किसी ज्ञा[illegible] यौगिक[illegible] जांच उसका द्रवणांक या [illegible]क निकाल कर प्रामाणिक मान[illegible]क[illegible] जा सकती है। यदि यौगिक [illegible] तो उसका द्रवणांक एकबार निकालनेके [illegible] करते हैं और फिर द्रवणांक [illegible] [illegible]सनकी प्रक्रिया इतनी ब[illegible] कि द्रवणांक स्थिर

चित्र 45. द्रवणांक निकालने की विधि।

(constant) हो जाय। तब पदार्थको शुद्ध समझना चाहिए। इसी प्रकार द्रवोंकी दशामें कई बार शुद्ध करनेकी आवश्यकता पड़ सकती है।

द्रवणांक और क्वथनांकके अलावा कुछ अन्य गुणों जैसे आवर्तनांक, आपेक्षिक घनत्व, प्रकाश प्रति-सक्रियता आदिको भी शुद्धताकी जांचके लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

द्रवणांक निकालनेकी विधि. एक केशिका नलीमें (जो एक सिरे पर बन्द हो) बारीक पिसा हुआ पदार्थ लेते हैं और इसको थर्मामीटरके बल्वके साथ चिपका देते हैं (ऊष्मकके द्रवकी सहायतासे) और चित्र 45 के अनुसार थर्मामीटरको (केशिका नलीके साथ) किसी उपयुक्त द्रवके ऊष्मकमें लगा देते हैं। ऊष्मकके द्रवको गर्म करनेके साथ-साथ लगातार धीरे-धीरे हिलाते रहते हैं ताकि पूरे द्रवमें ऊष्मा समान रूपसे वितरित रहे। अपने द्रवणांक पर पदार्थ एकाएक (sharply) पिघल जाता है। इसी समय थर्मामीटर पढ़ लिया जाता है।

ऊष्मकके द्रवका चुनाव पदार्थके द्रवणांकके अनुसार किया जाता है। यदि द्रवणांक 100°C से काफ़ी कम हो तो पानी और अधिक हो तो ग्लिसरॉल या सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल इस्तेमाल किये जाते हैं।

क्वथनांक निकालनेकी विधि. साधारणतया द्रवोंका क्वथनांक आसवन विधि द्वारा निकाला जाता है। अशुद्धियोंकी उपस्थितिमें क्वथनांक बढ़ जाता है।

कड़े कांचकी एक नलीमें शुष्क यौगिकको शुष्क क्यूप्रिक ऑक्साइडके साथ मिलाकर गर्म करो। कार्बन ऑक्सीकृत होकर CO_2 बनायेगा जो चूनेके पानीको दूधिया कर देती है (देखो चित्र 46)।

हाइड्रोजन ऑक्सीकृत होकर पानी बनाती है जो नलीके ठण्डे भाग पर संघनित हो जाता है। इसकी परीक्षा अनार्द्र कॉपर सल्फ़ेट द्वारा की जा सकती है।

3. ऑक्सीजनके लिए परीक्षण. ऑक्सीजनके लिए अभी तक कोई पूर्ण सन्तोषजनक परीक्षण नहीं है। इसकी उपस्थितिका अनुमान पदार्थकी रासायनिक प्रकृतिसे ही लगाया जा सकता है।

4. नाइट्रोजनके लिए परीक्षण. एक ज्वलन-नली (ignition tube) में थोड़ा-सा कार्बनिक यौगिक लो और उसमें साफ़ सूखे सोडियमका एक छोटा-सा टुकड़ा नली को झुकाकर इस प्रकार डालो कि वह बीचमें ही रुका रहे। धीरे-धीरे गर्म करके सोडियमको पहले पिघला लो, फिर नलीको सीधा करके सोडियमको यौगिकके सम्पर्क में ले आओ। अब मिश्रणको इतना गर्म करो कि नलीकी पेंदी लाल हो जाय। इस नलीको तुरन्त ठण्डे आसुत जलमें डाल दो जिससे वह टूट जायगी और प्रतिक्रिया मिश्रण पानीमें घुल जायगा। इसे ठीक प्रकारसे घोलकर छान लो और साफ़ छनित द्रवमें कुछ बूंद कास्टिक सोडाका घोल मिलाओ (यदि वह पहलेसे क्षारीय न हो)। अब इसमें फ़ेरस सल्फ़ेट और फ़ेरिक सल्फ़ेटके घोलकी क्रमशः कुछ बूंदें मिलाओ और धीरे-धीरे गर्म करो। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा अम्लीय करने पर 'प्रशियन ब्लू' का नीला अवक्षेप (यदि नाइट्रोजन अधिक है) या केवल नीला-हरा रंग (यदि नाइट्रोजन कम है) मिलता है। इस परीक्षणमें निम्नलिखित रासायनिक प्रतिक्रियाएं होती हैं :

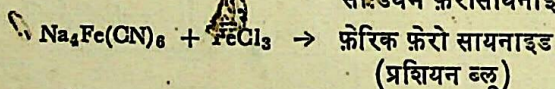
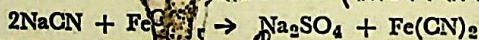
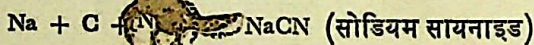
$$Na + C + N \rightarrow NaCN \text{ (सोडियम सायनाइड)}$$

$$2NaCN + FeSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Fe(CN)_2$$

$$4NaCN + Fe(CN)_2 \rightarrow Na_4Fe(CN)_6$$

सोडियम फ़ेरोसायनाइड

$$Na_4Fe(CN)_6 + FeCl_3 \rightarrow \text{फ़ेरिक फ़ेरो सायनाइड}$$

(प्रशियन ब्लू)

5. हैलोजनोंके लिए परीक्षण. इस प्रकारसे सोडियमके साथ गलाने पर कार्बनिक यौगिकमें उपस्थित हैलोजन सोडियम हेलाइड बनाती है। छनित सोडियम निष्कर्ष (sodium extract) को तनु नाइट्रिक अम्लसे अम्लीय करके थोड़ी देर तक उबालो ताकि यदि NaCN हो तो वह वि[illegible] ठण्डा करके [illegible]लमें सिल्वर नाइट्रेटका घोल मिलाओ। इससे सफ़ेद अवक्षेपका बनना [illegible]कमें क्लोरीनकी उपस्थिति बताता है। पीला अवक्षेप सिल्वर ब्रोमाइड य[illegible] किसीका भी हो सकता है। इनकी पहचान अकार्बनिक गुणात्मक विश्ले[illegible]के अनुस[illegible]की जाती है।

6. सल्फ़रके लिए परीक्षण. यौगिकका सोडियम नि[illegible] सल्फ़र सोडियम सल्फ़ाइडके रूपमें घोलमें आ जाता है। इस घो[illegible] सिक्के पर डालनेसे एक काला धब्बा (AgS के कारण) पड़ जात[illegible] सल्फ़र की उपस्थिति मालूम होती है।

सोडियम निष्कर्षमें सोडियम नाइट्रो प्रुसाइडका ताज़ा घोल डालने पर बैंगनी रंग का बनना भी यौगिकमें सल्फ़रकी उपस्थिति बतलाता है।

7. **फ़ॉस्फ़ोरसके लिए परीक्षण.** फ़ॉस्फ़ोरस युक्त कार्बनिक यौगिकको मैग्नेसियम-चूर्णके साथ गर्म करनेसे मैग्नेसियम फ़ॉस्फ़ाइड बनता है। ठण्डा होने पर पानीकी कुछ बूंदें इस पर डालनेसे फ़ॉस्फ़ीन निकलती है जो अपनी गन्धके कारण आसानीसे पहचानी जा सकती है।

8. **धातुओंके लिए परीक्षण.** धातु युक्त कार्बनिक यौगिकको खुली हुई क्रुसिबुलमें तेज़ गर्म करनेसे केवल धातु या धातुके ऑक्साइडका अवशेष रह जाता है। अकार्बनिक गुणात्मक विश्लेषणकी विधियोंसे धातुका पता लगाया जा सकता है।

परिमाणात्मक विश्लेषण

1. **कार्बन तथा हाइड्रोजन.** शुष्क यौगिकके एक निश्चित भारको शुष्क ऑक्सीजनकी धारामें जलाया जाता है और इस प्रकार बने हुए कार्बन डाइ ऑक्साइड तथा पानीको क्रमशः कास्टिक पोटाश और अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड पर एकत्रित करके उन्हें तौला जाता है। इनके भारोंसे यौगिकमें कार्बन तथा हाइड्रोजनकी प्रतिशत मात्राकी गणना की जाती है।

2. **ऑक्सीजन.** किसी कार्बनिक यौगिकमें ऑक्सीजनकी प्र[illegible]त मात्रा हमेशा 100 में से अन्य तत्त्वोंकी प्रतिशत मात्राओंके जोड़को घटाकर मालूम की जाती है क्योंकि ऑक्सीजनके परिमापनके लिए कोई दूसरी सीधी विधि उपलब्ध नहीं है।

3. **नाइट्रोजन.** नाइट्रोजनके परिमापनकी दो [illegible]मुख विधियां हैं

(क) ड्यूमा की विधि.
(ख) केल्डाल की विधि.

(क) ड्यूमा की विधि. यह विधि बिल्कु[illegible] सामान्य है और किसी भी कार्बनिक यौगिकके लिए इस्तेमाल की जा सकती है। इस विधिमें यौगिककी निश्चित मात्राको कॉपर ऑक्साइडके साथ गर्म करके ऑक्सीकृत किया जाता है। बनी हुई कार्बन डाइ ऑक्साइडको कास्टिक पोटाशके घोलमें अवशोषित कर लेते हैं और निकली हुई नाइट्रोजनको एक अंशांकित (graduated) नली (नाइट्रोमीटर) में इकट्ठा कर लेते हैं। सा० ता० दा० पर नाइट्रोजनका आयतन मालूम करके उसका भार निकाला जा सकता है और इस प्रकार यौगिकमें नाइट्रोजनकी प्रतिशत मात्रा ज्ञात कर ली जाती है।

(ख) केल्डाल की विधि में नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक यौगिकको सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ ग[illegible]करते हैं जि[illegible] अमोनियम सल्फ़ेटमें परिणत हो जाती है। अमोनियम [illegible]ल्फ़ेटसे [illegible] होनेवाला अमोनियाका परिमापन (प्रामाणिक अम्ल द्वारा) करके यौगि[illegible] [illegible]की प्रतिशत मात्राकी गणना की जाती है। यह विधि केवल कुछ ही [illegible]की दशामें लागू हो सकती है।

4. है[illegible]जनोंके परिमापनकी मुख्य विधि 'कैरियस की विधि' है जिसमें है[illegible] यौगिकके एक निश्चित भारको एक बन्द नली (sealed tube) में स[illegible] नाइट्रिक अम्ल और सिल्वर नाइट्रेटके कुछ रवोंके साथ गर्म करते हैं। इस[illegible] यौगिकमें उपस्थित हैलोजन, सिल्वर हेलाइडमें परिणत

हो जाती है। सिल्वर हेलाइडका भार मालूम करके कार्बनिक यौगिकमें हैलोजनकी प्रतिशत मात्राकी गणना की जा सकती है।

5. सल्फ़र. यह भी कैरियस की विधिसे ही मालूम किया जा सकता है। इस दशामें सिल्वर नाइट्रेट नहीं मिलाया जाता। कार्बनिक यौगिककी (जिसका निश्चित भार लिया जाता है) सल्फ़र ऑक्सीकृत होकर सल्फ़्यूरिक अम्लमें परिणत हो जाती है जिसमें बेरियम क्लोराइडका घोल डालकर बेरियम सल्फ़ेट अवक्षेपित कर लिया जाता है। बेरियम सल्फ़ेटका भार मालूम होनेसे यौगिकमें सल्फ़रकी प्रतिशत मात्राकी गणना हो सकती है।

6. फ़ॉस्फ़ोरस. कैरियसकी विधि द्वारा ही फ़ॉस्फ़ोरस युक्त कार्बनिक यौगिकको बन्द नलीमें नाइट्रिक अम्लके साथ गर्म करनेसे फ़ॉस्फ़ोरिक अम्ल बनता है। इसको मैग्नेसियम अमोनियम फ़ॉस्फ़ेटके रूपमें अवक्षेपित करके सुखाकर गर्म करते हैं और अन्तमें मैग्नेसियम पाइरोफ़ॉस्फ़ेटके रूपमें तौल लेते हैं। इसके भारसे फ़ॉस्फ़ोरसकी प्रतिशत मात्राकी गणना की जाती है।

आनुषांगिक सूत्र

किसी यौगिकके तत्त्वोंकी प्रतिशत रचना ज्ञात होने पर उसका आनुषांगिक सूत्र नीचे दी हुई विधिसे निकाला जा सकता है।

1. प्रत्येक तत्त्वकी प्रतिशत संख्याको उसके परमाणु-भारसे भाग दे दो। इससे यौगिकके एक अणुमें उपस्थि[illegible] विभिन्न परमाणुओंका अनुपात मालूम हो जाता है।

2. क्रिया (1) में प्राप्त भ[illegible]ल (quotient) को सबसे छोटे भजनफलसे भाग देते हैं। इससे विभिन्न परमाणुओं[illegible]रल पारस्परिक अनुपात मालूम हो जाता है।

3. यदि उपरोक्त अनुपातमें संख्याएं पूर्ण संख्याएं न हों, तो उन्हें किसी उचित पूर्ण संख्यासे गुणा करते हैं जिसमें विभिन्न परमाणुओंका अनुपात सरल पूर्ण संख्याओंमें आ जाय।

इस[illegible]कारसे प्राप्त सूत्र यौगिकका सरलतम (simplest) या आनुषांगिक (empirical) सूत्र होता है। इससे तत्त्वोंके परमाणुओंका सरलतम पारस्परिक अनुपात ही ज्ञात होता है।

अणु-भार मालूम करना*

यौगिकका अणु-सूत्र, अर्थात् उसके एक अणुमें तत्त्वोंके परमा[illegible]ओंकी वास्तविक संख्याके निकालनेके लिए उसका अणु-[illegible] आवश्यक [illegible]।

अणु-भार निकालनेकी प्रामाणिक विधियोंको दो [illegible]टा [illegible] सकता है :

1. भौतिक बिधियां,
2. रासायनिक विधियां।

---

* हल किये उदाहरणोंके लिए डे-भार्गव अकार्बनि[illegible]न भा[illegible]1, अध्याय 31 —'यौगिकोंकी प्रतिशत रचना और उनके सूत्र'— देखो।

1. निम्नलिखित भौतिक विधियां* प्रमुख हैं :

(क) वाष्प घनत्व विधियां, (ख) हिमांक अवनमन विधियां, (ग) क्वथनांक उन्नयन विधियां।

(क) 'वाष्प घनत्व विधियों' में मुख्य रूपसे तीन विधियां इस्तेमाल की जाती हैं :
 (*i*) ड्यूमा की विधि, (*ii*) विक्टर मायर की विधि, (*iii*) हॉफ़मैन की विधि।

(*i*) **ड्यूमा की विधि** सबसे सही परिणाम देती है किन्तु इस विधिमें काफ़ी पदार्थ खर्च होता है और यह गणनाकी दृष्टिसे जटिल भी है। इसलिए कार्बनिक यौगिकोंका अणु-भार निकालनेके लिए यह विधि बहुत कम इस्तेमाल की जाती है।

(*ii*) **विक्टर मायर की विधि** कार्बनिक यौगिकोंका वाष्प घनत्व निकालनेके सबसे अधिक काम आती है। इसमें समय कम लगता है और परिणाम (results) इस दृष्टिसे काफ़ी सही (accurate) होते हैं कि हमें आनुषांगिक सूत्रकी सहायतासे यौगिकका अणु-सूत्र निकालना है। यह विधि अवाष्पशील यौगिकों और उन यौगिकोंके लिए जो अपने क्वथनांकके निकट वायुमण्डलीय दवाव पर विच्छेदित हो जाते हैं, इस्तेमाल नहीं की जा सकती।

(*iii*) **हॉफ़मैन की विधि** क्वथनांकके निकट विच्छेदित होनेवाले यौगिकोंके लिए सबसे अधिक उपयोगी है।

(ख) **हिमांक अवनमन विधियां** कार्बनिक यौगिकोंके अणु-भार निकालनेके लिए सबसे अधिक इस्तेमाल की जाती हैं। ये शीघ्र और बहुत अच्छे परिणाम देती हैं। अणु-भार और हिमांकके अवनमनमें निम्नलिखित सम्ब[illegible] होता है :

$$M = \frac{W \times K \times 100}{D \times S}$$

जहां M = घुलित पदार्थका अणु-भार
 W = घुलित पदार्थका भार
 D = घोलकके हिमांकमें अवनमन
 S = घोलकका भार
 K = घोलकका अणु अवनमन स्थिरांक अर्थात् 100 ग्राम घोलकमें 1 ग्राम-अणु पदार्थ घोलने पर हिमांकमें हुआ अवनमन।

(ग) **क्वथनांक उन्नयन विधि** का इस्तेमाल केवल उस समय किया जाता है जब ऊपरकी विधियां इस्तेमाल नहीं की [illegible] सकतीं। यह विधि सिंद्धान्तकी दृष्टिसे हिमांक अवनमन विधिसे [illegible]हुत मि[illegible] [illegible]ुलती है [illegible]न्तु उसकी तरह शीघ्र और अच्छे परिणाम नहीं देती। क्वथ[illegible] [illegible] [illegible] अणु-भारकी गणना निम्नलिखित सूत्रकी सहायतासे की जाती है।

$$M = \frac{K' \times 100}{[illegible]\ S}$$

*विस्तृत विव[illegible] [illegible] लिए [illegible] डे-भार्गव-अकार्बनिक रसायन भाग 1 देखो।

जहां W और S क्रमश: घुलित और घोलकके भार हैं, E क्वथनांकमें उन्नयन और K' अणु उन्नयन स्थिरांक है।

2. रासायनिक विधियों द्वारा कार्बनिक अम्लों और भस्मोंके अणु-भार निकाले जाते हैं।

(क) **कार्बनिक अम्लोंका अणु-भार.** अम्लके सिल्वर लवणकी एक तौली हुई मात्राको इतना गर्म करते हैं कि केवल सिल्वर बच रहता है। इसे ठण्डा करके तौल लेते हैं, तब—

$$\frac{\text{सिल्वर लवणका भार}}{\text{सिल्वर अवशिष्टका भार}} = \frac{\text{सिल्वर लवणका अणु-भार}}{108 \times n}$$

जहां 108 सिल्वरका परमाणु-भार है और n अम्लकी भास्मिकता है। अम्लका अणु-भार निकालनेके लिए सिल्वर लवणके अणु-भारसे सिल्वरके n परमाणु-भार घटाकर हाइड्रोजनके n परमाणु-भार जोड़ देते हैं, अत:

$$\text{अम्लका अणु-भार} = (\text{सिल्वर लवणका अणु-भार}) - 108n + n$$
$$= (\text{सिल्वर लवणका अणु-भार}) - 107n$$

इस विधिमें सिल्वर लवणका इस्तेमाल निम्नलिखित कारणोंसे करते हैं :

(*i*) ये पानीमें अघुलनशील होनेके कारण अवक्षेपण द्वारा आसानीसे बनाये जा सकते हैं।

(*ii*) ये अधिकतर अनार्द्र (anhydrous) होते हैं। (इससे लाभ यह है कि रवे के पानीके अणुओंकी संख्या मालूम करनेकी आवश्यकता नहीं पड़ती।)

(*iii*) ये गर्म करने पर आसानीसे विच्छेदित होकर धातुई अवशिष्ट (सिल्वर) छोड़ देते हैं।

(ख) **कार्बनिक भस्मोंके अणु-भार.** कार्बनिक भस्म (जैसे एमीन) हाइड्रोक्लोरोप्लैटिनक अम्ल (H_2PtCl_6) के साथ अघुलनशील, अनार्द्र और केलासीय युग्म-लवण बनाते हैं जो खूब गर्म किये जाने पर केवल प्लैटिनम अवशिष्ट छोड़ते हैं। एक-अम्लीय (mono-acid) भस्मको यदि B से प्रदर्शित किया जाय तो इसके क्लोरो प्लैटिनेट लवणका सूत्र $B_2H_2PtCl_6$ होगा। तब—

$$\frac{\text{युग्म लवणका भार}}{\text{प्लैटिनम अवशिष्टका भार}} = \frac{\text{युग्म लवणका अणु-भार}}{195}$$

जहां 195 प्लैटिनमका परमाणु-भार है। भस्मका अणु-भार निकालनेके लिए युग्म-लवणके अणु-भारमें में H_2PtCl_6 का अणु-भार घटाकर उसका आधा कर देते हैं। अत :

$$\text{भस्मका अणु-भार} = \frac{(\text{युग्म लवणका अणु-भार}) - 410}{2}$$

कार्बनिक अम्लों और भस्मोंके अणु-भार, आयतनमितीय विधि द्वारा उनके तुल्यांक-भार निकाल कर भी मालूम किये जा सकते हैं।

पूर्वोक्त सभी विधियां साधारण यौगिकोंके अणु-भार निकालनेके लिए इस्तेमाल की जा सकती हैं किन्तु कार्बनिक यौगिकोंमें बहुत-से ऐसे भी हैं जिनके अणु-भार बहुत अधिक होते हैं जैसे स्टार्च, सेलुलोज़ और अनेक बहुलक (polymers)। इनके अणु-भार पूर्वोक्त विधियोंसे नहीं निकाले जा सकते। यहां पर हम ऐसे यौगिकोंका अणु-भार निकालनेकी एक प्रमुख विधिका वर्णन करेंगे।

अधिक अणु-भारवाले यौगिकोंका अणु-भार. ऐसे यौगिकोंके विभिन्न सान्द्रता वाले घोलोंका रसाकर्षण-दबाव (osmotic pressure), नाप कर* निम्नलिखित सूत्र की सहायतासे निकाला जाता है :

$$P = \frac{RT}{1000} \frac{C}{M} + bC^n$$

जहां P = रसाकर्षण दबाव
C = घोलकी सान्द्रता (ग्राम प्रति लिटरमें)
M = घुलितका अणु-भार
R = गैस स्थिरांक
T = परम ताप

b और n स्थिरांक हैं।

विभिन्न सान्द्रताओं पर रसाकर्षण दबाव निकालनेके बाद P/C और C के बीच एक ग्राफ़ खींचा जाता है और इस ग्राफ़से P/C का वह मान निकाला जाता है जहां C = 0; तब उपरोक्त सूत्रसे—

$$\lim_{C \to 0} P/C = \frac{RT}{1000\,M}$$

इस सूत्रकी सहायतासे M की गणना की जाती है क्योंकि R और T ज्ञात राशियां हैं और समीकरणके बायीं ओरकी राशि ग्राफ़से मिल जाती है।

अणु-सूत्रकी गणना

आनुषांगिक सूत्र और अणु-भारकी सहायतासे अणु-सूत्र निकालनेके लिए अणु-भारको आनुषांगिक सूत्र-भारसे भाग देकर निकटतम पूर्ण संख्या निकाल ली जाती है। आनुषांगिक सूत्रको इस संख्यासे गुणा करने पर यौगिकका अणु-सूत्र निकलता है।

इस प्रकार विश्लेषण द्वारा [illegible] अणु-सूत्र निकाल लेनेके बाद, उसकी रासायनिक प्रतिक्रियाओंके आधार पर उसका रचना-सूत्र निकाला जाता है और फिर संश्लेषण द्वारा इस प्रकार निकाले [illegible] रचना-सूत्रकी पुष्टि की जाती है। (इनका वर्णन पुस्तकमें विभिन्न स्थानों पर किया [illegible] है।) तब किसी कार्बनिक यौगिकका अध्ययन पूरा होता है।

*रसाकर्षण-दबाव नापनेकी विधियोंके लिए देखो डे-भार्गव अकार्बनिक रसायन भाग 1

प्रश्न

1. एक कार्बनिक द्रवमें कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन हैं। उसका अणु-भार 58 है। इसके 1·00 ग्रामको दहन करने पर 2·276 ग्राम कार्बन डाइऑक्साइड और 0·931 ग्राम पानी बना। यह यौगिक शिफ़के प्रतिकारकको लाल कर देता है। इसका रचना-सूत्र निकालो। [उ० प्र० 1953]

2. किसी गैसीय हाइड्रोकार्बनके 10 घन सेण्टीमीटरका विस्फ़ोट, ऑक्सीजनके 100 घन सेण्टीमीटरके साथ किया जाता है। ठण्डा होने पर बची हुई गैस नापमें 95 घन सेण्टीमीटर पायी गयी, जिसमें से 20 घ० से० को कास्टिक सोडा शोषण कर सका और शेष क्षारीय पायरोगैलॉलमें शोषित हुआ। हाइड्रोकार्बनका सूत्र निर्धारित करो। [उ० प्र० 1955]

3. किसी कार्बनिक यौगिकमें कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन हैं। उसके 0·135 ग्रामको जलाने पर 0·198 ग्राम कार्बन डाइऑक्साइड और 0·108 ग्राम जल मिला। यौगिककी पहले ही जैसी तौलके विच्छेदनसे प्रामाणिक ताप और दाब पर 16·8 घ० से० नाइट्रोजन मिला। यौगिकके युक्ति-सूत्रकी गणना करो।
[कार्बन = 12, हाइड्रोजन = 1, ऑक्सीजन = 16, नाइट्रोजन = 14]
[उ० प्र० 1957]

4. किसी गैसीय हाइड्रोकार्बनके 7·5 घ० से० का विस्फोट ऑक्सीजनके 36 घ० से० के साथ किया गया। ठण्डा होने पर बची हुई गैसोंका आयतन 28·5 घ० से० पाया गया जिसमेंसे 15 घ० से० कास्टिक पोटाशने शोषण कर लिया और शेष क्षारीय पायरोगैलॉलसे शोषित हुआ। हाइड्रोकार्बनका सूत्र निर्धारित करो।
[सब नापें एक ही ताप और दाब पर ली गयी हैं] [उ० प्र० 1958]

5. किसी गैसीय हाइड्रोकार्बनके 14 घ० से० के साथ अधिक ऑक्सीजन मिश्रित कर यूडिओमीटरमें विस्फोट किया गया। प्रामाणिक ताप और दाब पर निम्न-लिखित आंकड़े प्राप्त हुए:—विस्फोटके बाद ठण्डा होने पर मिश्रणके आयतनमें 28 घ० से० कमी हुई। कास्टिक पोटाशसे उपचार करने पर फिर 14 घ० से० की कमी हुई। बताओ गैस कौन-सा हाइड्रोकार्बन है। [उ० प्र० 1959]

6. किसी कार्बनिक यौगिकमें नाइट्रोजन और क्लोरीनकी उपस्थिति कैसे ज्ञात करोगे? रासायनिक प्रतिक्रियाओंके समीकरण भी लिखो। किसी कार्बनिक यौगिकमें क्लोरीनकी भारात्मक (प्रतिशत) गणना मापनेकी विधिकी रूपरेखा वर्णन करो। प्रयोगात्मक वर्णनकी आवश्यकता नहीं। [उ० प्र० 1960]

7. एक कार्बनिक मॉनो बे[illegible] जाने पर कार्बन 40 प्रतिशत हाइड्रोजन 6·7 प्रतिशत और शेष ऑक्सीजन देता [illegible] अम्लका 0·9 ग्राम सिल्वर लवण जल जानेपर 0·582 ग्राम शुद्ध सिल्वर दे[illegible] अम्[illegible] सरलतम सूत्र और अणु-सूत्र ज्ञात करो। [उ० प्र० 1961]

8. एक कार्बनिक यौगिकने, जिसमें C, H और O थे, विश्लेषण पर निम्न परिणाम दिये—0·1542 ग्राम पदार्थसे 0·3082 ग्राम CO_2 और [illegible]·1262 ग्राम H_2O मिला। यौगिकका वाष्प-घनत्व 44 पाया गया। यौगिक[illegible] अ[illegible] निकालो।

9. एक कार्बनिक यौगिकने, जिसमें C,H और N थे, विश्लेषण पर निम्न परिणाम दिये—0·465 ग्राम पदार्थके दहनके फलस्वरूप 1·32 ग्राम CO_2 और 0·315 ग्राम H_2O मिले। 0·2325 ग्राम पदार्थने N.T.P. पर 27·8 घ० से० नाइट्रोजन दी। यौगिकका सरलतम सूत्र निकालो।

10. निम्न अंकोंसे यौगिकका अणु-सूत्र निकालो :

(*i*) इसमें C = 16·27 %, H = 0·68 % और Cl = 72·20 %, O = 10·85 % है।

(*ii*) वाष्प-घनत्व ज्ञात करनेकी विक्टर-मायर विधिमें इसके 0·2950 ग्रामने 24°C तथा 753·7 मिलीमीटर दवाव पर 50·64 घ० से० हवा हटाई।

(24°C पर जलीय तनाव = 22·2 मिलीमीटर)

11. एक द्विभास्मिक कार्बनिक अम्लको, जिसमें C,H और O थे। दहन करने पर 0·03 ग्राम H_2O और 0·1462 ग्राम CO_2 मिले। अम्लके सामान्य सिल्वर लवणके ·4 ग्रामको गर्म करने पर 0·284 ग्राम सिल्वर बच रहा। अम्लका अणु-सूत्र निकालो।

12. किसी एक-भास्मिक अम्लके 0·100 ग्रामको दहन करने पर 0·2525 ग्राम CO_2 और 0·0442 ग्राम पानी मिला। 0·122 ग्राम अम्लको पूर्णतया उदासीन करनेके लिए (N/10) NaOH के 10 घ० से० काममें आये।

अम्लका अणु-सूत्र निकालो।

13. एक एक-आम्लिक कार्बनिक भस्मके 0·539 ग्रामको दहन करने पर 1·2058 ग्राम CO_2 और 0·7398 ग्राम H_2O प्राप्त हुआ। 0·4424 ग्राम पदार्थसे 88·6 घ० से० नाइट्रोजन मिली जिसे पानीके ऊपर 14°C तथा 769 मिलीमीटर दवाव पर एकत्रित किया गया। भस्मके क्लोरोप्लैटिनेटके 0·[illegible]4 ग्रामको जलाने पर 0·0975 ग्राम प्लैटिनम मिला। भस्मका अणु-सूत्र निकालो।

(14°C पर जलीय तनाव = 11·9 मिलीमीटर)

14. एक कार्बनिक यौगिकके 0·[illegible]5[illegible]9 ग्रामने जलने पर 0·2254 ग्राम कार्बन डाइऑक्साइड और 0·0769 ग्राम पानी दिया। उसी यौगिककी उतनी ही मात्राने सिल्वर नाइट्रेट और नाइट्रिक अम्लके साथ क्रिया करने पर 0·2450 ग्राम सिल्वर क्लोराइड दिया। यौगिकका वाष्प-घनत्व 46 है। उसका अणु-सूत्र निकालो।

[दिया है : H = 1, C = 12, O = 16, Cl = 35·5, Ag = 108]

खण्ड 4

हमारा भोजन

O	C	H	N	Ca	P
65%	18%	10%	3%	1·5%	1%
K	S	Na	Cl	अन्य तत्त्व	
0·35%	0·25%	0·15%	0·15%	0·60%	

कैल्सियम और फ़ॉस्फ़ोरस हड्डियां तथा दांतोंके निर्माणमें काम आते हैं। आयरन रक्तके लाल कणों (red blood corpuscles) में उपस्थित हेमोग्लोबिनका आवश्यक घटक है। क्लोरीन (जो सोडियम क्लोराइडके रूपमें खाया जाता है) पेटमें हाइड्रो-क्लोरिक अम्ल बनाता है जो विभिन्न पदार्थोंके जल-विच्छेदनमें सहायक होता है। आयोडीन भी शरीरके लिए आवश्यक है। इसकी कमीसे गॉयटर (goitre) नामक बीमारी हो जाती है। साधारणतया शरीरमें अकार्बनिक लवणोंकी कमी नहीं पड़ती क्योंकि ये अधिकतर खाद्य पदार्थोंमें (विशेषतया हरी सब्ज़ियों, फलों, अण्डों, मांस और दूधमें) प्रचुर मात्रामें पाये जाते हैं।

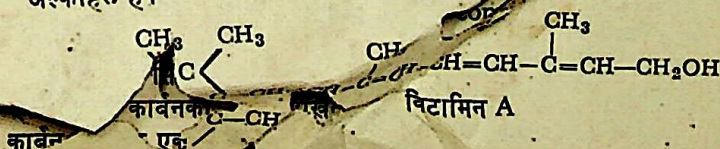
5. **विटामिन.** सर्व प्रथम सन् 1906 ई० में हॉप्किन्स (Hopkins) ने यह मालूम किया कि कार्बोहाइड्रेट, वसा, प्रोटीन, अकार्बनिक लवण और पानीके अति-रिक्त भोजनमें कुछ और कार्बनिक यौगिकोंकी आवश्यकता होती है जिनके बगैर शरीर स्वस्थ नहीं रह सकता और न ठीकसे विकास कर सकता है। इन यौगिकोंको 'विटामिन' (vitamin) कहा गया। विटामिनोंकी शरीरको बहुत थोड़ी मात्रामें आवश्यकता होती है और ये थोड़ी बहुत मात्रामें लगभग सभी खाद्य पदार्थोंमें Ber) और हैं। अभी तक ज्ञात किये गये विटामिनोंकी कुल संख्या लगभग बीस है। अ यौगिक विटामिनोंको A, B, C, D, E, K अक्षरों द्वारा निर्दिशित किया जा है। जो। इतने विटामिन कई विटामिनोंके मिश्रण हैं।

सभी विटामिन साधारणतया किसी एक ही पदार्थमें नहीं पाये जाते कि ना बड़ा विटामिन अनेक पदार्थोंमें एक साथ पाये जाते हैं। कोई विशेष विटामिन शरीकि एक विशेष कार्य ही कर सकता है—ठीक उसी प्रकार जैसे कोई विकर केवल कि नेवाले क्रिया विशेषको ही उत्प्रेरित कर सकता है। शरीरमें, किसी खास विटामिन गया एक से कोई विशेष बीमारी या अनियमितता उत्पन्न हो जाती है।

विटामिन A. यह एक साधारण कार्बनिक यौगिक है जिसका अणु-सूत्र $C_{20}H_{30}O$ है। निम्नलिखित रचना-सूत्रसे स्पष्ट है कि यह एक प्राथमिक अल्कोहल है।

CH₃ CH₃ C ... CH ... CH=CH—C(CH₃)=CH—CH₂OH ... C—CH ... H₂

विटामिन A

कार्बन ... एक ...

शरीरमें विटामिन A की आवश्यकता निम्नलिखित कारणों से है:

(*i*) यह शरीरके विकास (growth) के लिए आवश्यक है।

(ii) यह आंखोंके स्वास्थ्यके लिए बहुत जरूरी है।

(iii) यह त्वचा (skin) और शरीरके नम भागों [जैसे आंख, गला, श्वसन नली (respiratory tract)] आदिकी रक्षा (protect) करता है।

बच्चोंको विटामिन A के कम मिलनेसे उनके शरीरका विकास रुक जाता है या कुछ बेढब होने लगता है। इसकी कमीसे जीरोप्थैल्मिया (xerophthalmia) नामक नेत्र-रोग हो जाता है। रतौंधी इस रोगकी पहली अवस्था होती है।

यह विटामिन लगभग सब हरी सब्जियोंमें पाया जाता है। किसी सब्जीमें मौजूद विटामिन A की मात्रा उसके हरेपन (greenness) के अनुपातमें होती है। दूध, मक्खन और पनीरमें भी यह काफ़ी होती है। प्याज और आलू में यह बिल्कुल नहीं होता। मछलियोंके जिगरके निष्कर्ष [extract] में यह बहुत पाया जाता है। हैलीवट लिवर ऑएल और काड लिवर ऑएल तो विटामिन A के सबसे अधिक सान्द्र (concentrated) स्रोत हैं।

विटामिन B. इसे आमतौर पर 'विटामिन B कॉम्प्लेक्स (Vit-B complex) कहते हैं क्योंकि यह कम से कम 12 विटामिनोंका मिश्रण है। ये सब विटामिन बहुधा (किन्तु हमेशा नहीं) एक साथ ही विभिन्न खाद्य पदार्थोंमें पाये जाते हैं, इसलिए इनको एक ही समुदायमें रख दिया गया है। इस समुदायके अधिकतर विटामिन शरीरमें होनेवाली ऊर्जा-दायक प्रतिक्रियाओंके कुछ पदोंमें भाग लेते हैं। इनका संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित है:

[illegible]यमिन या विटामिन B_1. यह दूध, दाल, खमीर (yeast), मांस, मछली, [illegible] मटर, आलू और कुछ हरी सब्जियोंमें पाया जाता है। गर्म करने पर यह [illegible] नष्ट [illegible] जाता है। इसकी कमीसे निम्नलिखित दोष उत्पन्न हो जाते हैं:

[illegible]) शरी[illegible] विकास रुक जाता है।

[illegible]) 'बेरी[illegible]री' नामक बीमारी हो जाती है।

[illegible] भूख कम हो जाती है।

[illegible] स्त्रियोंके शरीरमें इसकी कमी होनेसे दूधमें अनियमितता आ जाती है।

(ii) [illegible]रिबोफ्लेविन या विटामिन B_2. इसकी कमीसे निम्नलिखित खराबियां उ[illegible]न्न होती है[illegible]

(क) शरीर[illegible] विकास रुक जाता है।

(ख) त्वचाके रोग होन[illegible] लगते हैं।

(ग) ज़बान पर जलन होने[illegible]ती है और वह लाल हो जाती है।

(घ) आंखोंकी रोशनी कम हो [illegible] है।

(ङ) बाल गिरने लगते हैं।

(च) अधिक कमी होने पर सारे शरीरमें ज[illegible] (inflam[illegible]n) लगती है।

(iii) **नायसिन (Niacin) या निकोटिनिक अम्ल.** इसकी [illegible]से शरीर[illegible] निम्नलिखित खराबियां हो जाती हैं:

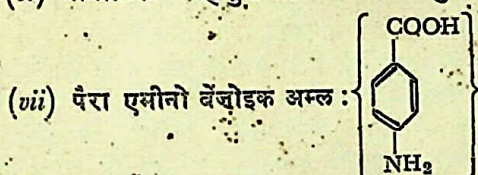
(क) शरीरके खुले हुए भागोंकी त्वचा खुरदरी ([illegible]gh) और लाल हो जाती है।

(ख) डायरिया और अन्य पाचन-सम्बन्धी खराबियां हो जाती हैं।
(ग) मानसिक असन्तुलन (mental disorder) भी हो जाता है।
यह मुख्य रूपसे मांस, मछली, दूध और पनीरमें पाया जाता है।

(*iv*) **पिरीडॉक्साइन.** इसकी मनुष्योंको विशेष आवश्यकता नहीं होती किन्तु यह चूहों और कुत्तोंके लिए बहुत आवश्यक है।

(*v*) **पैण्टोथेनिक अम्ल.** इसकी कमीसे त्वचा-रोग (skin diseases) होने लगते हैं।

(*vi*) **बायोटिन.** यह कुछ निम्न श्रेणीके जन्तुओंके लिए ही आवश्यक है।

(*vii*) **पैरा एमीनो बेंजोइक अम्ल :**

इसकी कमीसे कम आयुमें ही बाल सफ़ेद होने लगते हैं। यह शरीरमें सल्फ़ा औषधियों (sulpha drugs) के हानिकारक प्रभावको रोकता है।

(*viii*) **इनोसिटॉल.** यह बालोंको स्वस्थ रखनेके लिए आवश्यक है। इसकी कमीसे आदमी शीघ्र गंजा हो जाता है। यह तोंद निकलनेको भी रोकता है।

(*ix*) **कोलीन (Choline).** इसकी कमीसे उच्च रक्त-चाप (high pressure) हो जाता है। यह प्रोटीनोंके पाचनमें होनेवाली प्रतिक्रियाओंमें भी क यौगिक लेता है। ... है। इतने

(*x*) **फ़ोलिक अम्ल.** इसकी कमीसे एक प्रकारका एनीमिया ...rnicious बड़ा anaemia) हो जाता है। यह ट्यूमर और कैंसरके इलाजमें भी उप...ी है। कि एक

(*xi*) **अल्फ़ा लाइपोइक अम्ल (a-Lipoic acid).** यह कार्बोहाइड्रेटके पानेवाले में होनेवाली प्रतिक्रियाओंमें भाग लेता है। ...दिया गया

(*xii*) **विटामिन B_{12}.** इसकी कमीसे भी एनीमिया हो जाता है। अधिआयुके एक होने पर स्नायविक दोष (nervous disorders) भी हो जाते हैं। 12 व... वाले बच्चोंकी बढ़ोतरी (growth) के लिए भी यह आवश्यक है। ... शरीरमें नया

विटामिन C. इसका रासायनिक नाम एस्कॉर्बिक अ... खराबियां उत्पन्न खून बनानेमें सहायक होता है। इसकी कमीसे ... होती हैं :

(क) त्वचा रोग ... मसूड़ोंमें खून निकलने लगता है,
(ख) स्क... ...जाती हैं और बच्चोंकी दशामें उनकी का... प एन्ती है।

यह विटामिन ताजे फ... और कुछ सब्जियोंमें पाया जाता है। आंवलेमें यह सब से अधिक होता है तथा ... समुदायके फलों जैसे नारंगी, संतरा आदिमें काफ़ी पाया जाता है।

विटामिन D. यह हैलीवट और कॉड लिवर ऑयलमें सबसे अधिक पाया जाता है। दूध मक्खन, अण्डा, घी, मछली आदिमें भी यह होता है। धूपके प्रभावसे शरीर स्वयं भी इसका संश्लेषण कर लेता है।

विटामिन D दांतों और हड्डियोंके बनने तथा उनकी मज़बूतीके लिए आवश्यक है। इनकी कमीसे बच्चोंको 'सूखा' (rickets) की बीमारी हो जाती है।

इसकी क्रियाके लिए शरीरमें विटामिन A की प्रचुर मात्रा ज़रूरी है।

विटामिन E. इसकी खोज ईवांस और विशप (Evans and Bishop) ने सन् 1922 ई० में की थी। यह शरीरको प्रजनन शक्ति देनेके लिए आवश्यक है। यह हरी सब्ज़ियों, दालों, अण्डों, दूध और मांस आदिमें काफ़ी पाया जाता है।

विटामिन K. दो विभिन्न यौगिकोंको विटामिन-K कहा जाता है। ये दोनों यौगिक शरीरमें एक ही सा कार्य करते हैं। इस विटामिनकी कमीसे रक्तका अनियमित स्कन्दन (improper clotting of blood) होने लगता है तथा hæmorrhagic disease हो जाती है। यह हरी सब्ज़ियों, टमाटर और अण्डोंमें काफ़ी पाया जाता है।

6. पानी. शरीरकी रचनामें पानी लगभग 70% होता है। यह शरीरमें निम्नलि[illegible]त कार्य करता है :

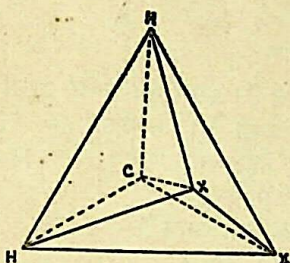
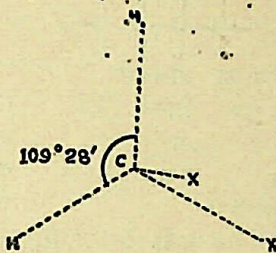
(क) भोजनके पाचन और अवशोषणमें सहायता करता है।

(ख) शरीरके तापको स्थिर रखनेमें सहायता करता है।

([illegible]) पानीमें घुलनशील व्यर्थ पदार्थोंको पसीने और मूत्रके रूपमें घोल कर बाहर निका[illegible] देता है।

[illegible]के बिना मनुष्य का 5-6 दिनसे अधिक जीवित रहना असम्भव है।

प्रश्[illegible]

1. [illegible]
2. [illegible]ोटीनोंके भौतिक और रासायनिक गुण लिखो। (उ० प्र० 1945)
   व[illegible]नके सारभूत अवयवोंका संक्षिप्त वर्णन दो और प्रत्येक अवयवका काम
3. विटा[illegible] (उ० प्र० 1954,55)
4. प्रोटीनोंके मु[illegible]प्पणी लिखो। (उ० प्र० 1956)
5. निम्नलिखित पर[illegible]और उपयोग बताओ। (उ० प्र० 1958)
   [illegible]और सूक्ष्म टिप्पणी लिखो—'हमारा भोजन और उसका संगठन'। (उ० प्र० 1958)

चित्र 6 चित्र 7

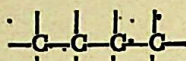
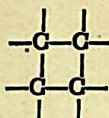
इस प्रकार किन्हीं भी दो संयोजकताओंके बीच 109°28′ का कोण है। इस समचतुष्फलकके किन्हीं दो सिरों पर किसी एक संयोजक तत्वके दो परमाणु स्थित करने पर और बाक़ी दो सिरों पर हाइड्रोजन परमाणु रखने पर तथा चतुष्फलककी कोरें (edges) न प्रदर्शित करनेसे चित्र 7 प्राप्त होता है।

वास्तवमें कार्बनकी संयोजकताएं देशमें उपर्युक्त चित्रकी तरह वितरित रहती हैं। यह बात प्रयोगोंसे प्रमाणित होती है। कार्बनकी समचतुष्फलकीय प्रकृति (tetrahedral nature) का सुझाव (concept) सबसे पहले लु बेल (Le Bel) और फ़ाण्ट होफ़ (Vant Hoff) ने दिया था।

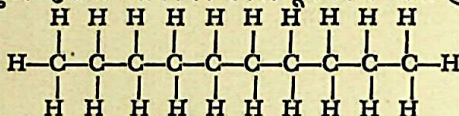
कार्बनिक यौगिकोंका वर्गीकरण. अब तक लगभग दस लाख कार्बनिक यौगिक ज्ञात किये जा चुके हैं। इस बड़ी संख्यामें प्रतिदिन तेज़ीसे वृद्धि होती जा रही है। इतने अधिक यौगिकोंकी रचना और रासायनिक व्यवहारका विस्तृत अध्ययन करना बड़ा काम है। सुविधाके लिए इन यौगिकोंको कुछ वर्गोंमें इस तरह बांट दिया है कि एक वर्गके सब यौगिकोंकी रचना मौलिक रूपसे एक ही प्रकारकी हो। एक वर्गमें आनेवाले यौगिकोंको उनके विशिष्ट गुणोंके अनुसार कई 'समुदायों' में विभाजित कर दिया गया है। एक समुदायके यौगिकोंके गुण सामान्यतया एकसे होते हैं। यदि एक समुदायके एक या दो यौगिकोंका अध्ययन कर लें तो उस समुदायके लगभग सब सदस्योंके सामान्य गुणोंका परिचय मिल जाता है। इस प्रकार वर्गीकरणने कार्बनिक रसायनके अध्ययनको आसान बना दिया है। कार्बनिक यौगिकोंको निम्नलिखित दो वर्गोंमें बांटा गया है:

1. खुली श्रृंखला यौगिक (open chain compounds) और
2. बन्द श्रृंखला यौगिक (closed chain compounds)।

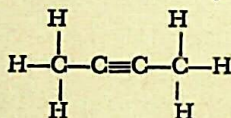
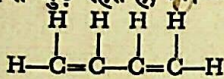
खुली श्रृंखला यौगिक. मालामें यदि फूल पिरोये हुए हों और माला टूटी हो तो मालाके दो सिरे होंगे। हम फूलोंकी ऐसी मालाको खुली श्रृंखला कहेंगे। बिल्कुल इसी प्रकार कार्बनकी खुली श्रृंखलावाले यौगिक होते हैं। इनमें दोनों किनारेवाले कार्बन परमाणु एक दूसरेसे जुड़े नहीं होते और इन किनारेवाले कार्बन परमाणुओंकी स्थिति बीचवाले कार्बन परमाणुओंकी स्थितिसे इस अर्थमें भिन्न होती है कि इनके सिर्फ़ एक तरफ़ दूसरा कार्बन परमाणु होता है।

```
 |  |  |  |
—C—C—C—C—
 |  |  |  |
```

किनारेवाला जिसके एक ही तरफ़ कार्बन परमाणु हैं। बीचवाले जिनके दोनों ओर कार्बन परमाणु हैं।

यह बन्द शृंखला है। इसमें सब कार्बन परमाणुओं की स्थिति एक-सी है। किसीको हम किनारे वाला परमाणु नहीं कह सकते। और प्रत्येकके दोनों तरफ़ कार्बन परमाणु हैं।

नीचे एक खुली शृंखला यौगिकका रचना-सूत्र दिया जाता है—

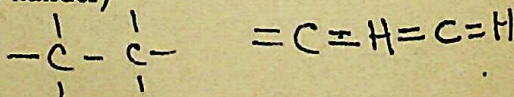
```
   H H H H H H H H H H
   | | | | | | | | | |
 H—C—C—C—C—C—C—C—C—C—C—H
   | | | | | | | | | |
   H H H H H H H H H H
```

डेकेन (decane)

इस यौगिकमें प्रत्येक कार्बन परमाणुकी चारों संयोजकताएं सन्तुष्ट या सन्तृप्त हैं। ऐसे भी खुली शृंखला यौगिक होते हैं जिनके कार्बन परमाणु दो या तीन संयोजकता बन्धनों द्वारा जुड़े रहते हैं, जैसे—

```
   H  H  H  H                H           H
   |  |  |  |                |           |
 H—C=C—C=C—H              H—C—C≡C—C—H
                             |           |
                             H           H
```

इनको असन्तृप्त यौगिक (unsaturated compounds) कहते हैं क्योंकि इन यौगिकोंमें ऐसे बन्धन उपस्थित रहते हैं जिनके कारण दूसरे यौगिक इनसे संयोग करके युक्त (addition) यौगिक बनाते हैं।

खुली शृंखला यौगिकोंको **वसीय यौगिक (aliphatic compounds)** भी कहते हैं क्योंकि पहले-पहल इस वर्गके जितने यौगिक मालूम थे वे या तो वसा (fat) ही थे या वसाओंसे प्राप्त किये जाते थे या इनकी रचना वसाओंसे मिलती-जुलती थी। किन्तु अब हम इस वर्गमें प्रत्येक खुली शृंखलावाले यौगिकको सम्मिलित करते हैं, चाहे वह अवसीय यौगिक ही क्यों न हो। इसलिए इन सबको खुली शृंखला यौगिक कहना अधिक उचित होगा। चूंकि 'एलीफ़ेटिक' नाम भी प्रचलित है, इसलिए इस शब्दका उपयोग भी हम इसी अर्थमें करेंगे। एलीफ़ेटिक या वसीय यौगिकसे हमारा यह मतलब नहीं होगा कि वे वसा से ही बने हों या सम्बन्ध रखते हों।

अध्ययनकी सरलताके लिए इस वर्गके यौगिकों को कुछ 'यौगिक समुदायों' में बांटा गया है। प्रत्येक यौगिक समुदायके सदस्योंके रासायनिक गुण लगभग समान होते हैं और भौतिक गुणोंमें क्रमगत् (gradual) अन्तर होता जाता है। ऐसे कुछ यौगिक समुदायोंके उदाहरण निम्नलिखित हैं :

(*i*) पैराफ़िन (paraffins)
(*ii*) ओलीफ़िन (olefins)
(*iii*) एल्किल हेलाइड (alkyl halides)
(*iv*) ईथर (ethers)

(*v*) वसीय अल्कोहल (aliphatic alcohols)
(*vi*) वसीय अल्डिहाइड (aliphatic aldehydes)
(*vii*) वसीय कीटोन (aliphatic ketones)
(*viii*) वसीय अम्ल (aliphatic acids)
(*ix*) वसीय एमीन (aliphatic amines)

समुदायके प्रत्येक सदस्यमें एक विशेष मूलक होता है जिसके कारण उसके सभी सदस्योंके रासायनिक गुण समान होते हैं जैसे—अल्कोहल समुदायके प्रत्येक सदस्यमें (–OH) मूलक होता है—

$CH_3.OH$	$C_2H_5.OH$	$C_3H_7.OH$	$C_4H_9.OH$	
मेथिल	एथिल	प्रोपिल	ब्यूटिल	
अल्कोहल	अल्कोहल	अल्कोहल	अल्कोहल	आदि।

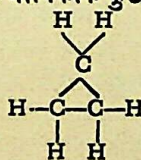
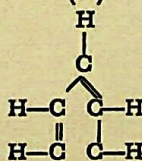
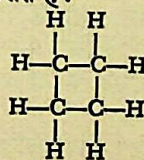
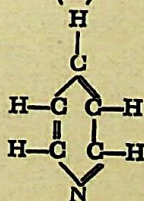
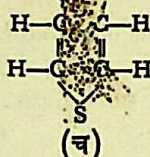
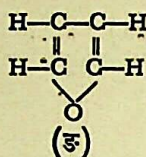
ऐसे मूलकको उस समुदायका लाक्षणिक मूलक (functional group) कहते हैं। इसी प्रकार एमीन समुदायका लाक्षणिक मूलक ($-NH_2$) है–

$CH_3.NH_2$	$C_2H_5.NH_2$	$C_5H_7.NH_2$	$C_4H_9.NH_2$	
मेथिल	एथिल	प्रोपिल	ब्यूटिल	
एमीन	एमीन	एमीन	एमीन	आदि।

लाक्षणिक मूलकसे जुड़े हुए अन्य मूलक, जैसे–CH_3, C_2H_5, C_3H_7 को एल्किल मूलक (alkyl groups) कहते हैं। किसी यौगिक समुदायके सदस्योंके भौतिक गुण इसी एल्किल मूलककी भिन्नताके कारण क्रमानुसार भिन्न होते जाते हैं।

बन्द श्रृंखला यौगिक वे यौगिक होते हैं जिनके अणुओंमें कार्बन या अन्य तत्त्वके परमाणु एक दूसरेसे मिलकर बन्द श्रृंखला (closed chain) अर्थात् एक चक्र या छल्ले (ring) जैसी श्रृंखला बनाते हैं। इसलिए इन्हें चाक्रिक (cyclic) यौगिक भी कहा जाता है। इन श्रृंखलाओंमें कोई पहला या आखिरी कार्बन परमाणु नहीं होता क्योंकि सब कार्बन परमाणु एक दूसरेसे किसी मालाके फूलोंकी तरह जुड़े रहते हैं। इस वर्गके यौगिकोंके कुछ उदाहरण निम्नलिखित हैं:

```
     H  H                 H  H
      \/                  |  |
      C                H—C—C—H
     / \                  |  |
  H—C—C—H              H—C—C—H
    |  |                  |  |
    H  H                  H  H
     (क)                   (ख)

      H                    H
      |                    |
      C                    C
     / \\                 / \\
  H—C   C—H            H—C   C—H
    ||  |                ||  |
  H—C   C—H            H—C   C—H
     \\ /                 \ //
      C                    N
      |
      H
     (ग)                   (घ)
```

बन्द श्रृंखला यौगिक दो भागोंमें बांटे गये हैं—(*i*) कार्बन चाक्रिक (carbocyclic), (*ii*) विषम चाक्रिक (heterocyclic)।

(*i*) **कार्बन चाक्रिक यौगिक.** वे बन्द श्रृंखला यौगिक जिनकी श्रृंखला केवल कार्बन परमाणुओंकी बनी होती है कार्बन चाक्रिक यौगिक कहलाते हैं, उदाहरणार्थ (क), (ख) और (ग)। कार्बन चाक्रिक यौगिक भी दो प्रकारके होते हैं—(अ) वसा-चाक्रिक (alicyclic), (ब) ऐरोमेटिक या बेंज़ीनिक (aromatic or benzenoid)।

(अ) **वसा-चाक्रिक.** वे यौगिक जो खुली श्रृंखलावाले यौगिकोंके प्रथम और अन्तिम कार्बन परमाणुओंके आपसमें जुड़ जानेसे बनते हैं वसा-चाक्रिक यौगिक कहलाते हैं, उदाहरणार्थ (क) और (ख)। इनकी रासायनिक प्रकृति वसीय यौगिकोंकी प्रकृतिसे मिलती-जुलती है, इसीलिए इनको वसा-चाक्रिक कहते हैं। 'ali' से 'aliphatic' शब्दका बोध होता है जो यह बताता है कि ये वसीय यौगिकोंके समान होते हैं और 'cyclic' से इनके अणुओंकी रचनाके चाक्रिक होनेका बोध होता है।

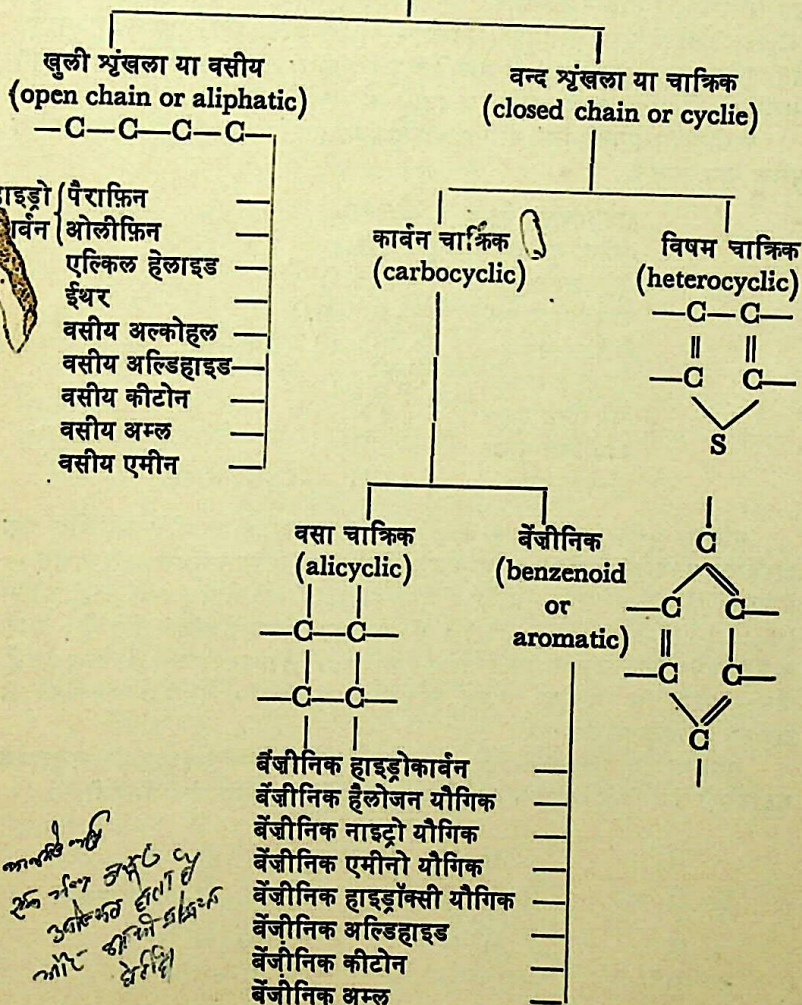
(ब) **बेंज़ीनिक.** वे यौगिक जिनमें एकान्तरसे (alternately) एक बन्धन और दो बन्धनोंसे जुड़े छः कार्बन परमाणुओंका कमसे कम एक चक्र उपस्थित हो, बेंज़ीनिक यौगिक कहलाते हैं, उदाहरणार्थ (ग) में।

नोट. इस वर्गको अंग्रेज़ीके लेखक 'ऐरोमेटिक कम्पाउण्डस्' लिखते हैं; "ऐरोमा" शब्दका अर्थ है सुरभि अर्थात् खुशबू। जिस समय इन यौगिकोंको अंग्रेज़ीमें ऐरोमेटिक कहा गया था उस समय जितने भी बेंज़ीनिक यौगिक वैज्ञानिकोंको मालूम थे वे सब खुशबूदार थे, इसलिए ऐरोमेटिक नाम उपयुक्त था; किन्तु बादमें ऐसे अनेक बेंज़ीनिक यौगिकोंका पता चला जो या तो गन्धरहित हैं या दुर्गन्धयुक्त हैं। चूंकि अंग्रेज़ीमें ऐरो-मेटिक नाम पड़ गया, इसलिए वह अब भी प्रचलित है हालांकि अब वह बेंज़ीनिक यौगिकोंके पूरे समुदायके लिए प्रयुक्त होता है। ऐरोमेटिक शब्दके कारण इनको हिन्दीमें सुरभिपूर्ण या सौरभिक कहना अनुचित है। इसलिए हम इन्हें 'बेंज़ीनिक' यौगिक कहेंगे।

बेंज़ीनिक यौगिक निम्नलिखित समुदायोंमें बांटे गये हैं:

(*i*) बेंज़ीनिक हाइड्रोकार्बन
(*ii*) बेंज़ीनिक हैलोजन यौगिक
(*iii*) बेंज़ीनिक नाइट्रो यौगिक
(*iv*) बेंज़ीनिक एमीनो यौगिक
(*v*) बेंज़ीनिक हाइड्रॉक्सी यौगिक
(*vi*) बेंज़ीनिक अल्डिहाइड
(*vii*) बेंज़ीनिक कीटोन
(*viii*) बेंज़ीनिक अम्ल, इत्यादि।

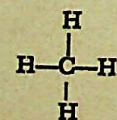
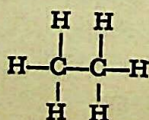
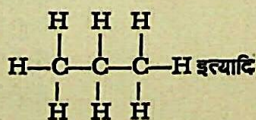
(*ii*) विषम-चाक्रिक ...क (**Heterocyclic compounds**). वह बन्द श्रृंखला यौगिक जिनकी ...ओंमें कार्वनके साथ-साथ अन्य तत्त्वोंके परमाणु भी होते हैं, विषम चाक्रिक कहलाते हैं जैसे उपर्युक्त उदाहरणों (घ), (ङ) और (च) में दिखाया गया है।

कार्वनिक यौगिकोंका यह वर्गीकरण संक्षेपमें निम्न प्रकार है :

मूलक (Group). प्रत्येक कार्बन यौगिक [illegible] परमाणु-समूहोंसे मिलकर बनता है। ये परमाणु-समूह रासायनिक क्रियाओंमें प्रा[illegible]रिवर्तित रहते हैं। बहुधा इनकी भिन्न-भिन्न व्यवस्थाओं (arrangements) [illegible] नये-नये यौगिक बनते हैं। इन परमाणु-समूहोंको जो रासायनिक क्रियाओंमें एक परमाणुके समान व्यवहार करते हैं मूलक (group) कहते हैं। प्रत्येक मूलकके कुछ अपने विशेष गुण होते हैं और कोई यौगिक जिन-जिन मूलकोंसे मिलकर बनता है, उन सब मूलकोंके गुण उसमें होते हैं। अतः यदि हमें किसी यौगिकका रचना-सूत्र ज्ञात हो तो हम उसके मूलकोंको देखकर उस यौगिकके रासायनिक गुणोंका अनुमान लगा सकते हैं, जैसे एथिल अल्कोहल (C_2H_5OH) दो परमाणु-समूहों (मूलकों)—C_2H_5 और—OH से मिलकर बना है। अतः एथिल अल्कोहलमें इन्हीं दो मूलकोंके गुण होंगे। यदि इन दोनों मूलकोंके गुण मालूम हों तो एथिल अल्कोहलके गुण बताये जा सकते हैं।

कार्बनिक रसायनमें जिन यौगिकोंका अध्ययन होगा उनमें मुख्यतः निम्नलिखित मूलक पाये जाते हैं :

हाइड्रॉक्सिल मूलक	(—OH)
एमीनो मूलक	($-NH_2$)
अल्डिहाइड मूलक	(–CHO)
कार्बाक्सिल मूलक	(—COOH)
हैलोजन मूलक	(—F,—Cl,—Br,—I)
एसिटिल मूलक	($CH_3CO—$)
सायनाइड मूलक	(—CN)
कार्बोनिल मूलक	(=CO)
एल्किल मूलक	($-CH_3$,—C_2H_5 आदि)

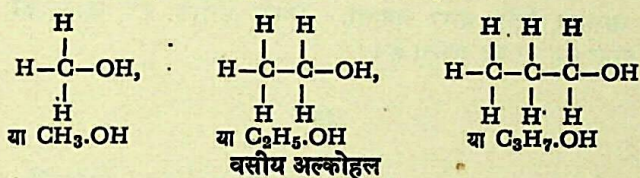
एल्किल मूलक (Alkyl group). सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंके अणुओंसे एक हाइड्रोजन परमाणु हटाने पर जो भाग बच रहता है उसे एल्किल मूलक कहते हैं, जैसे—मेथेन (CH_4) से मेथिल ($-CH_3$), एथेन (C_2H_6) से एथिल ($-C_2H_5$), प्रोपेन (C_3H_8) से प्रोपिल ($-C_3H_7$)। ये सब मूलक एक संयोजक होते हैं। इनके नामकरणके लिए हाइड्रोकार्बनके नामसे 'एन' (ane) हटाकर 'इल' (yl) लगा देते हैं, जैसे—'प्रोपेन' से 'प्रोपिल' और 'ब्यूटेन' से 'ब्यूटिल'। एल्किल मूलकोंको R अक्षरसे प्रदर्शित करते हैं।

सधर्ममालाएं (Homologous series). सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन समुदायके सदस्योंको उनके अणु-भारके बढ़ते हुए क्रमसे लिखने पर निम्न श्रेणी मिलती है :

इस श्रेणीमें हर सदस्य ...नेसे पहले आये हुए सदस्यसे CH_2 अधिक है। इस श्रेणीको एक समान्तर श्रे... भी कह सकते हैं जिसका पदान्तर CH_2 है। इस श्रेणीके सभी सदस्योंको एक सामान्य सूत्र $C_nH_{2n+1}.H$ या C_nH_{2n+2} द्वारा व्यक्त कर सकते हैं जिसमें n का मान 1, 2, 3...आदि रखने पर क्रमशः पहले, दूसरे, तीसरे......सदस्योंके सूत्र मिलेंगे। ऐसी श्रेणीको, जिसके सभी यौगिकोंको हम एक सामान्य सूत्रसे व्यक्त कर सकें **सधर्ममाला (homologous series)** कहते हैं और इसके यौगिक एक दूसरेके **सधर्मी (homologue)** कहलाते हैं।

सधर्ममालाका एक दूसरा उदाहरण निम्नलिखित हैं :

```
    H              H  H               H  H  H
    |              |  |               |  |  |
H—C—OH,        H—C—C—OH,         H—C—C—C—OH
    |              |  |               |  |  |
    H              H  H               H  H  H
```

या $CH_3.OH$ या $C_2H_5.OH$ या $C_3H_7.OH$

वसीय अल्कोहल

लाक्षणिक मूलक : (—OH), पदान्तर : (CH_2)

सामान्य सूत्र : $C_nH_{2n+1}.OH$ या $C_nH_{2n+2}.O$

हाइड्रोकार्बनोंके अणुओंमें हाइड्रोजन परमाणुको विभिन्न मूलकों द्वारा प्रतिस्थापित करके कई सधर्ममालाएं बनायी जा सकती हैं।

कार्बनिक रसायनमें अनेक सधर्ममालाएं पायी जाती हैं। इनके कारण कार्बनिक रसायनका अध्ययन सरल हो गया है क्योंकि किसी सधर्ममालाके एक या दो सदस्योंका अध्ययन कर लेनेसे उसके लगभग सब सदस्योंका परिचय मिल जाता है।

सधर्ममालाओंकी कुछ विशेषताएं

1. सामान्य सूत्र. किसी सधर्ममालाके सब यौगिक एक सामान्य सूत्र द्वारा प्रकट किये जा सकते हैं जैसे सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनों (पैराफ़िनों) को C_nH_{2n+2}से और वसीय अल्कोहलोंको $C_nH_{2n+1}OH$ द्वारा प्रकट किया जा सकता है।

2. रासायनिक गुण. सधर्ममालाके सब यौगिक रासायनिक गुणोंमें समान होते हैं क्योंकि सब यौगिकोंमें एक ही लाक्षणिक मूलक होता है।

3. भौतिक गुण. सधर्ममालाके यौगिकोंमें एल्किल मूलक लगातार—CH_2 से बढ़ता जाता है, इसलिए भौतिक गुणोंमें क्रमिक अन्तर पड़ता जाता है। उदाहरणार्थ पैराफ़िन श्रेणीके सदस्योंको बढ़ते हुए अणु-भारके अनुसार रखनेसे उनके क्वथनांक भी क्रमगत बढ़ते जाते हैं :

सूत्र	यौगिक	क्वथनांक
CH_4	मेथेन	—161·5°C
C_2H_6	एथेन	— 88·3°C
C_3H_8	प्रोपेन	— 44·5°C

C_4H_{10}	ब्यूटेन	— 0·[illegible]°C
C_5H_{12}	पेण्टेन	+ 36·[illegible]
C_6H_{14}	हेक्ज़ेन	+ 68·[illegible]
C_7H_{16}	हेप्टेन	+ 98·5°C
C_8H_{18}	ऑक्टेन	+125·8°C

4. **रासायनिक क्रियाशीलता.** श्रेणीके ऊंचे सदस्योंकी रासायनिक क्रियाशीलता कम होती जाती है।

5. **सामान्य विधि द्वारा बनाना.** किसी श्रेणीके सब सदस्योंको सामान्य विधियों द्वारा बनाया जा सकता है।

प्रश्न

1. 'संयोजकता' से क्या समझते हो? कार्बनिक यौगिकोंमें कार्बनकी संयोजकताका विस्तारसे वर्णन करो?
2. किसी पदार्थके (क) अणु-सूत्र (ख) रचना-सूत्र और (ग) इलेक्ट्रॉनिक सूत्र की व्याख्या दो और उनके भेद को स्पष्ट करो।
3. 'सधर्ममाला' पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखो। (उ० प्र० 1950,56)
4. कार्बन परमाणुकी चतुष्फलकीय प्रकृतिसे क्या समझते हो? कैसे सिद्ध करते हैं कि कार्बनकी चारों संयोजकताएं सब प्रकारसे समान हैं?
5. कार्बनिक यौगिकोंके वर्गीकरण पर प्रकाश डालो।
6. निम्नलिखित अणु-सूत्रोंके सब सम्भव समावयवियोंके रचना-सूत्र लिखो : (क) C_6H_{14} (ख) C_4H_9OH (ग) C_5H_{10}।
7. किसी ऐसे यौगिकका रचना-सूत्र निकालनेकी विधि उदाहरणके साथ समझाओ, जिसका अणु-सूत्र ज्ञात हो।

खण्ड 2

खुली शृंखला यौगिक

(Open Chain Compounds)

3

सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन या पैराफ़िन

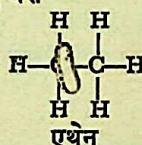
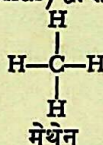
(Saturated Hydrocarbons or Paraffins)

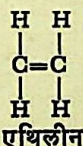
केवल दो तत्त्वों—हाइड्रोजन और कार्बन—के बने यौगिकोंको हाइड्रोकार्बन कहते हैं। हाइड्रोकार्बन सबसे सरल कार्बनिक यौगिक हैं।

खुली शृंखला हाइड्रोकार्बन (वसीय हाइड्रोकार्बन) दो प्रकारके हैं: (1) सन्तृप्त (saturated) और (2) असन्तृप्त (unsaturated)।

सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन वे हैं जिनमें कार्बन परमाणुकी चारों संयोजकताएं एक-बन्धनों (single bonds) द्वारा सन्तुष्ट रहती हैं जैसे—

```
    H              H  H
    |              |  |
H—C—H          H—C—C—H
    |              |  |
    H              H  H
```

मेथेन   एथेन

असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन वे हैं जिनमें कार्बन परमाणु द्वि-बन्धनों या त्रि-बन्धनों द्वारा जुड़े रहते हैं जैसे—

```
H  H
|  |
C=C            H—C≡C—H
|  |
H  H
```

एथिलीन   एसिटिलीन

सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंका सामान्य सूत्र C_nH_{2n+2} है। n का मान 1, 2, 3... आदि रखनेसे निम्नलिखित श्रेणी प्राप्त होती है:

CH_4	मेथेन	(Methane)
C_2H_6	एथेन	(Ethane)
C_3H_8	प्रोपेन	(Propane)
C_4H_{10}	ब्यूटेन	(Butane)
C_5H_{12}	पेण्टेन	(Pentane)
C_6H_{14}	हेक्ज़ेन	(Hexane)
C_7H_{16}	हेप्टेन	(Heptane)
C_8H_{18}	ऑक्टेन	(Octane)
C_9H_{20}	नोनेन	(Nonane)
$C_{10}H_{22}$	डेकेन	(Decane)

खुली शृंखलाके सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंको **पैराफ़िन (Paraffin)** भी कहते हैं (लैटिन भाषामें Parum=कम, *affinis*=प्रीति) क्योंकि इनमें कार्बनकी चारों

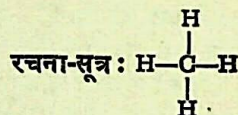
संयोजकताएं सन्तुष्ट होनेके कारण रासायनिक क्रिया[illegible]ता बहुत कम होती है। जनेवा पद्धतिमें सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंको एल्केन (Alka[illegible]) कहते हैं।

उपस्थिति. एल्केन समुदायके बहुत-से यौगिक प्रकृतिमें स्वतंत्र रूपसे पाये जाते हैं। पेट्रोलियम या खनिज तेलोंमें बहुत-से एल्केन मिलते हैं। प्राकृतिक गैसमें इस समुदायके प्रारम्भिक सदस्य बहुतायतसे होते हैं।

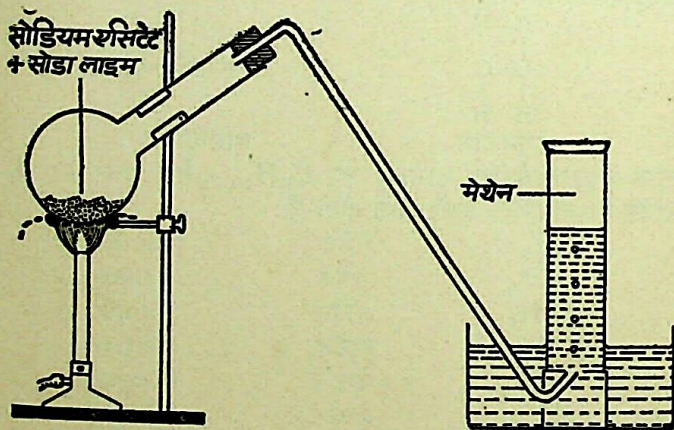
मेथेन (Methane)

युक्ति-सूत्र : CH_4

रचना-सूत्र :

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H \end{array}$$

मेथेन पैराफ़िन श्रेणीका पहला सदस्य है। यह प्रकृतिमें मार्श-गैस (marsh gas) के रूपमें, वनस्पतियोंके सड़नेसे, दलदलवाले स्थानोंमें पायी जाती है। पेट्रोलियमके कुओंसे निकलनेवाली प्राकृतिक गैस (natural gas) में लगभग 90 प्रतिशत और कोयलेकी खानोंसे निकलनेवाली गैसोंमें लगभग 40 प्रतिशत मेथेन होती है।

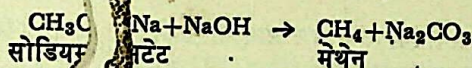
बनानेकी विधियां.

1. **सोडियम एसिटेटको सोडा-लाइमके साथ गर्म करके.** प्रयोगशालामें मेथेन प्रायः इसी विधिसे बनायी जाती है। तांबेके एक फ़्लास्कमें एक भाग पिघले हुए

चित्र 8. सोडियम एसिटेटसे मेथेन बनाना।

सोडियम एसिटेट और तीन भाग सोडालाइम* के मिश्रणको तेज़ गर्म करते हैं (चित्र 8)। मेथेन गैस निकलती है जो गैसजारमें एकत्रित हो जाती है।

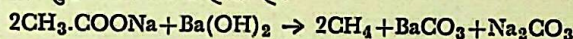
---

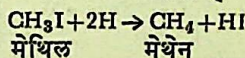
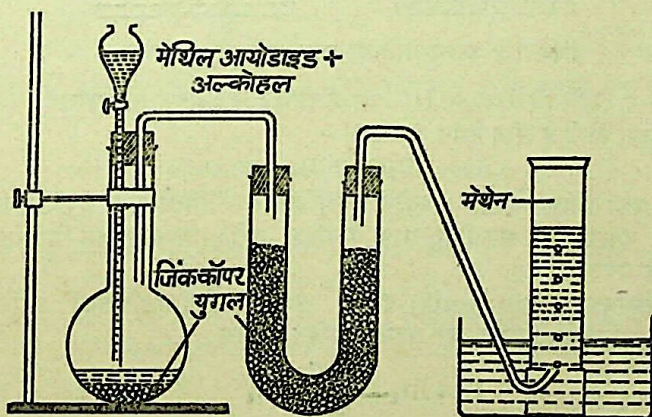
* चूने (CaO) को कास्टिक सोडा (NaOH) के सान्द्र घोलमें मिलाने पर सोडा लाइम बनता है। यह कास्टिक सोडाकी भांति तीव्र नहीं होता।

$$CH_3C...Na + NaOH \rightarrow CH_4 + Na_2CO_3$$
सोडियम ...टेट मेथेन

इस क्रियामें सोडा ... मन्द कास्टिक सोडाकी तरह काम करता है।

इस तरह प्राप्त मेथेनमें एसिटिलीन (C_2H_2), एथिलीन (C_2H_4) और हाइड्रोजन भी रहती हैं। गैसको अमोनियाकल क्यूप्रस क्लोराइडके घोलमें प्रवाहित करनेसे एसिटिलीन क्यूप्रस क्लोराइड द्वारा अवशोषित हो जाती है। बची हुई गैसको सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लमें से प्रवाहित करनेसे एथिलीन अवशोषित हो जाती है। हाइड्रोजन अब भी रह जाती है और आसानीसे अलग नहीं की जा सकती।

इस प्रयोगमें सोडा लाइमके बजाय बेरियम हाइड्रॉक्साइड $Ba(OH)_2$ का उपयोग करनेसे शुद्ध मेथेन प्राप्त होती है।

$$2CH_3.COONa + Ba(OH)_2 \rightarrow 2CH_4 + BaCO_3 + Na_2CO_3$$

2. मेथिल आयोडाइडको नवजात हाइड्रोजन द्वारा अवकृत करके. इस विधिसे शुद्ध मेथेन प्राप्त होती है। एक फ़्लास्कमें ज़िंक-कॉपर युगल* लेकर उसमें एक बिन्दु-कीप द्वारा मेथिल आयोडाइड और अल्कोहलका मिश्रण डालते हैं (चित्र 9)। ज़िंक-कॉपर युगल और अल्कोहलकी प्रतिक्रियासे नवजात हाइड्रोजन उत्पन्न होती है जो मेथिल आयोडाइडको अवकृत करके मेथेन बनाती है—

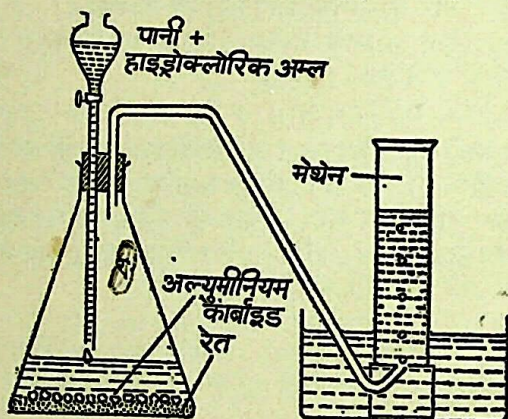
$$CH_3I + 2H \rightarrow CH_4 + HI$$
मेथिल आयोडाइड मेथेन

चित्र 9. मेथिल आयोडाइडसे मेथेन बनाना।

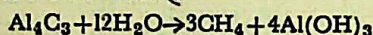
---

* दानेदार जस्तेको कॉपर सल्फ़ेटके घोलमें रखनेसे जस्ते पर तांबेकी पर्त चढ़ जाती है। इस प्रकार बने पदार्थको ज़िंक-कॉपर युगल कहते हैं। इसे पहले पानी और फिर अल्कोहलसे धोकर उपयोगमें लाते हैं।

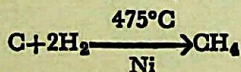
मेथेनके साथ अपरिवर्तित मेथिल आयोडाइडकी कुछ भाष्प भी निकलती है। इसलिए गैसको ज़िंक-कॉपर युगलसे भरी एक U-नलीसे ले जाते हैं। इससे शेष मेथिल आयोडाइड भी मेथेनमें परिवर्तित हो जाती है। फिर मेथेन गैस-जारमें एकत्रित कर लेते हैं। प्रयोगशालामें शुद्ध मेथेन बनानेकी यह सबसे अच्छी विधि है।

3. अल्युमीनियम कार्बाइड पर पानीकी क्रियासे. प्रयोगशालामें मेथेनको इस विधि द्वारा आसानीसे प्राप्त कर सकते हैं। एक फ्लास्कमें कुछ रेत लेकर उसके ऊपर अल्युमीनियम कार्बाइडकी एक पतली तह बिछाते हैं (चित्र 10)। इस पर एक बूंद-

चित्र 10· अल्युमीनियम कार्बाइडसे मेथेन बनाना।

कीप द्वारा पानी जिसमें थोड़ा-सा HCl मिला होता है, बूंद-बूंद करके टपकाते हैं। ठण्डेमें ही प्रतिक्रिया होती है और मेथेन बनती है—

$$Al_4C_3+12H_2O \rightarrow 3CH_4+4Al(OH)_3$$

इस प्रकार प्राप्त मेथेनमें हाइड्रोजन अशुद्धिके रूपमें मिली होती है। इस विधिसे मेथेन ही बनायी जा सकती है, अन्य पैराफ़िन नहीं। निम्नलिखित विधियां सिर्फ़ सैद्धान्तिक महत्त्वकी हैं:

4. संश्लेषण* (Synthesis) द्वारा. सूक्ष्म-वितरित निकिलकी उपस्थितिमें 475°C पर हाइड्रोजनको कार्बन परसे प्रवाहित करनेसे:

$$C+2H_2 \xrightarrow[Ni]{475°C} CH_4$$

5. कार्बन मोनॉक्साइड या कार्बन डाइऑक्साइडको हाइड्रोजन द्वारा अवकृत करके (सबातिये और सेण्डेरां की विधि). कार्बन मोनॉक्साइड या कार्बन डाइऑक्साइड और हाइड्रोजनके मिश्रणको 250°C पर सूक्ष्म-वितरित निकिल परसे प्रवाहित करने से:

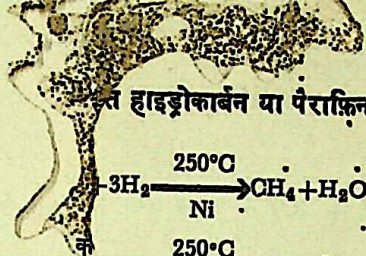
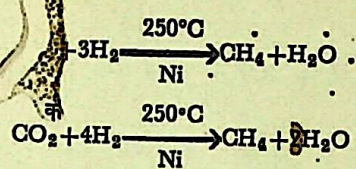
---

* साधारण और ज्ञात रचनावाले पदार्थोंके संयोगसे किसी पदार्थके बनानेको संश्लेषण कहते हैं।

$$+3H_2 \xrightarrow[Ni]{250°C} CH_4 + H_2O$$

$$CO_2 + 4H_2 \xrightarrow[Ni]{250°C} CH_4 + 2H_2O$$

6. **ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक* पर पानीकी क्रियासे.**

$$Mg\begin{matrix} CH_3 \\ I \end{matrix} + H\,OH \rightarrow CH_4 + Mg\begin{matrix} OH \\ I \end{matrix}$$

मैग्नीशियम मेथिल आयोडाइड   पानी

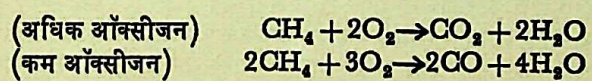
गुण.

मेथेन एक रंगहीन, गन्धहीन, हवासे हल्की गैस है। यह पानीमें बहुत कम घुलती है लेकिन कार्बनिक घोलकों जैसे अल्कोहल, ईथर, ए..टोन आदिमें आसानीसे घुल जाती है।

मेथेन और अन्य पैराफ़िन हाइड्रोकार्बनोंकी दूसरे पदार्थोंसे क्रिया करनेकी बहुत कम प्रवृत्ति है क्योंकि इनमें कार्बन परमाणुओंकी सब संयोजकताएं सन्तुष्ट रहती हैं। विशेष परिस्थितियोंमें ही ये क्रिया करते हैं।

1. **जलना (Burning).** हवामें इसके जलनेसे दीप्तिहीन ज्वाला (non-luminous flame) बनती है। हवा या ऑक्सीजनके साथ इसका एक विस्फोटक मिश्रण बनता है।

(अधिक ऑक्सीजन) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

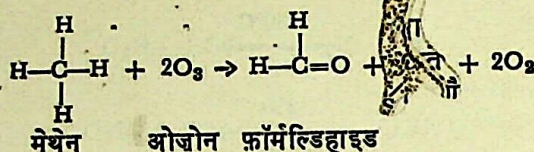
(कम ऑक्सीजन) $2CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O$

इसी कारण कोयलेकी खानोंमें विस्फोट हुआ करते हैं। इस प्रतिक्रियामें ऊष्मा निकलती है। पैराफ़िनोंकी यह सामान्य प्रतिक्रिया है।

2. **ऑक्सीकरण (Oxidation).** (क) मेथेनको ओज़ोनके साथ गर्म करनेसे मेथेनके दो हाइड्रोजन परमाणुओंका स्थान एक ऑक्सीजन परमाणु ले लेता है। इस प्रकार बने यौगिकको फ़ॉर्मल्डिहाइड कहते हैं।

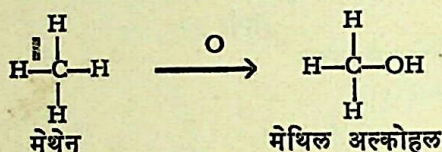
---

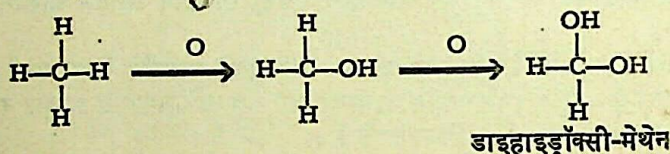
* ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक, मैग्नीशियम एल्किल हेलाइडको कहते हैं। इसका सामान्य सूत्र $Mg<^{R}_{X}$ है जब कि R कोई एल्किल मूलक और X हैलोजन मूलक है। यदि R की जगह CH_3 और X की जगह I हो तो ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक $Mg<^{CH_3}_{I}$ मैग्नीशियम मेथिल आयोडाइड होगा।

$$CH_4 + 2O_3 \rightarrow H-\underset{}{\overset{H}{C}}=O + \text{[illegible]} + 2O_2$$

मेथेन ओज़ोन फ़ॉर्मल्डिहाइड

(ख) यदि अधिक दाव और कम ताप पर ऑक्सीजन द्वारा मेथेनका ऑक्सीकरण किया जाय तो एक हाइड्रोजन परमाणु–OH मूलकमें बदल जाता है। बने हुए यौगिकको मेथिल अल्कोहल कहते हैं।

$$H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-H \xrightarrow{O} H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-OH$$

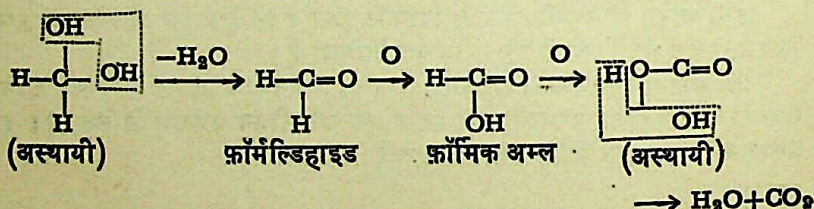
मेथेन मेथिल अल्कोहल

अधिक ऑक्सीकरण करने पर इसका दूसरा हाइड्रोजन परमाणु भी–OH मूलक में बदल जाता है।

$$H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-H \xrightarrow{O} H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-OH \xrightarrow{O} H-\overset{OH}{\underset{H}{C}}-OH$$

डाइहाइड्रॉक्सी-मेथेन

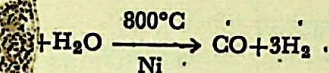
डाइहाइड्रॉक्सी मेथेन अस्थायी होनेके कारण, फ़ॉर्मल्डिहाइड और पानीमें विच्छेदित हो जाता है क्योंकि जब किसी एक कार्बन परमाणुसे दो या अधिक —OH मूलक जुड़े रहते हैं तो वे यौगिकको अस्थायी बना देते हैं और उसमें से पानीका एक अणु निकल जाता है। यदि लगातार ऑक्सीकरण करते जाँय तो निम्न प्रकारसे क्रियाफल मिलेंगे :

$$H-\overset{OH}{\underset{H}{C}}-OH \xrightarrow{-H_2O} H-\underset{H}{C}=O \xrightarrow{O} H-\underset{OH}{C}=O \xrightarrow{O} H-O-\underset{OH}{C}=O$$

(अस्थायी) फ़ॉर्मल्डिहाइड फ़ॉर्मिक अम्ल (अस्थायी)

$$\longrightarrow H_2O + CO_2$$

इस प्रकार ऑक्सीकरणके उचित नियंत्रणसे, मेथिल अल्कोहल, फ़ॉर्मल्डिहाइड, फ़ॉर्मिक अम्ल या कार्बन डाइऑक्साइड बना सकते हैं।

3. भापसे प्रतिक्रिया (Reaction with steam). मेथेनको भापके साथ लगभग 800°C पर अल्युमिनाके स्टैण्ड पर रखे हुए सूक्ष्म वितरित निकिल परसे प्रवाहित करने पर कार्बन मोनॉक्साइड और हाइड्रोजन बनते हैं।

$$...+H_2O \xrightarrow[Ni]{800°C} CO+3H_2$$

निकिल उत्प्रेरकका काम करता है।

4. प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाएं (Substitution reactions). वे प्रतिक्रियाएं जिनमें किसी पैराफ़िन (जैसे मेथेन) के एक या अधिक हाइड्रोजन परमाणुका किसी अन्य एक-संयोजक-परमाणु या मूलक द्वारा प्रतिस्थापन हो जाता है, **प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाएं** कहलाती हैं। वना हुआ यौगिक **प्रतिस्थापन क्रियाफल (substitution product)** कहलाता है।

मेथेनकी कुछ प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं :

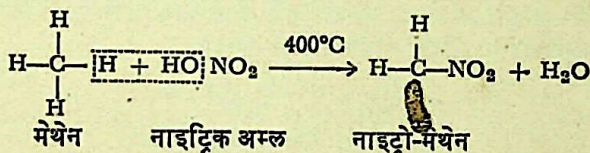
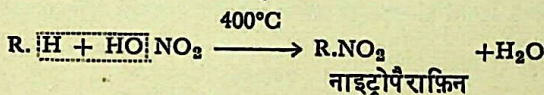
(क) **नाइट्रोकरण (Nitration).** मेथेनको नाइट्रिक अम्लकी वाष्पके साथ गर्म करने पर नाइट्रो-मेथेन बनता है।

$$H_3C\text{—}\boxed{H + HO}NO_2 \xrightarrow{400°C} H_3C\text{—}NO_2 + H_2O$$

मेथेन　　नाइट्रिक अम्ल　　नाइट्रो-मेथेन

यह पैराफ़िनोंकी सामान्य प्रतिक्रिया है।

$$R.\boxed{H + HO}NO_2 \xrightarrow{400°C} R.NO_2 + H_2O$$

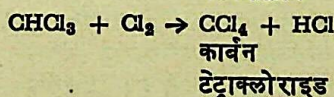
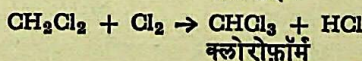
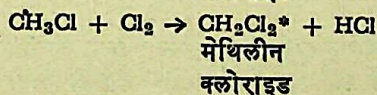
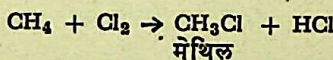
नाइट्रोपैराफ़िन

(ख) **हैलोजनीकरण (Halogenation).** मेथेन और क्लोरीनके मिश्रण को सूर्यके मद्धिम प्रकाश (diffused sunlight) में रखने पर मेथेनके चारों हाइड्रोजन परमाणु क्रमशः प्रतिस्थापित हो जाते हैं। प्रतिस्थापन कितना होगा, यह क्लोरीनकी मात्रा पर निर्भर करता है।

$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$
मेथिल क्लोराइड

$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2^* + HCl$$
मेथिलीन क्लोराइड

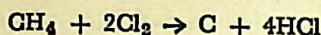
$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$$
क्लोरोफ़ॉर्म

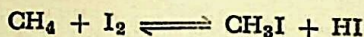
$$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$$
कार्बन टेट्राक्लोराइड

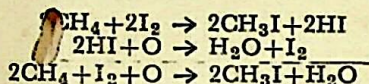
---

* $>CH_2$ समूह 'मेथिलीन मूलक' कहलाता है।

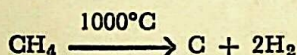
यह पैराफ़िनोंकी सामान्य प्रतिक्रिया है।

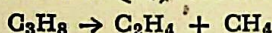
5. मेथेन और क्लोरीनके मिश्रणको यदि सूर्यके [illegible] +[illegible]काशमें रखें तो विस्फोटके साथ क्रिया होती है और कार्बन तथा हाइड्रोक्लोरिक [illegible] बन जाते हैं।

$$CH_4 + 2Cl_2 \rightarrow C + 4HCl$$

ब्रोमीनके साथ भी इसी प्रकार प्रतिक्रिया होती है किन्तु अपेक्षाकृत धीमी होती है। आयोडीनके साथ प्रतिक्रिया उत्क्रमणीय (reversible) होती है जिससे बहुत कम मेथिल आयोडाइड बनता है।

$$CH_4 + I_2 \rightleftharpoons CH_3I + HI$$

इस प्रतिक्रियाके उत्क्रमणीय होनेका कारण अति क्रियाशील HI है। इसलिए यह क्रिया किसी ऑक्सीकारक पदार्थ जैसे HIO_3 या HNO_3 की उपस्थितिमें की जाती है जिससे HI ऑक्सीकृत होकर आयोडीनमें बदल जाय और इस प्रकार आयोडीन की अधिकताके कारण मेथिल आयोडाइड बनता रहे।

$$CH_4+2I_2 \rightarrow 2CH_3I+2HI$$
$$2HI+O \rightarrow H_2O+I_2$$
$$2CH_4+I_2+O \rightarrow 2CH_3I+H_2O$$

6. **ऊष्मीय-विच्छेदन** (**Thermal decomposition**). ऑक्सीज[illegible] अनुपस्थितिमें 1000°C तक गर्म करने पर मेथेन कार्बन और हाइड्रोजनमें विच्छे[illegible] हो जाती है।

$$CH_4 \xrightarrow{1000°C} C + 2H_2$$

इस क्रियामें बना कार्बन अति सूक्ष्मवितरित होता है। इसे 'गैस कार्बन' या 'कार्बन-ब्लैक' कहते हैं। ऊष्मीय विच्छेदन पैराफ़िनोंका सामान्य गुण है। इसके द्वारा ऊंचे हाइड्रोकार्बनोंको गर्म करके सरल हाइड्रोकार्बनोंमें बदला जा सकता है।

$$C_3H_8 \rightarrow C_2H_4 + CH_4$$

इसे भंजन कहते हैं।

उपयोग.

1 प्राकृतिक गैसके रूपमें मेथेन ईंधनके काम आती है। 2. मेथेनसे प्राप्त 'गैस कार्बन' से कार्बनकी छड़ें (carbon rods) बनायी जाती हैं। चाप-बत्तियों (arc-lights), विद्युत्-भट्ठियों (electric-furnaces), बैट्रियों (batteries) में प्लेटके रूपमें और विद्युत्-विच्छेदनमें विद्युतोदके रूपमें इन छड़ोंका उपयोग किया जाता है। कार्बन ब्लैक, छपाईकी स्याही (printer's ink), पेण्ट और मोटर-टायर बनानेमें भी काम आता है। 3. मेथिल अल्कोहल, फ़ॉर्मेल्डिहाइड, मेथिल क्लोराइड और मेथिलीन क्लोराइड आदि यौगिक इससे बनाये जाते हैं। हाइड्रोजन भी अक्सर मेथेनसे प्राप्त की जाती है। इसके लिए मेथेन और भापके मिश्रणको गर्म सूक्ष्म वितरित निकिल परसे प्रवाहित करते हैं।

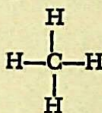
रचना.

1. तात्त्विक विश्लेषण (elementary analysis) और वाष्प-घनत्व निकालने की विधियों द्वारा मेथेनका अणु-सूत्र CH_4 आता है।

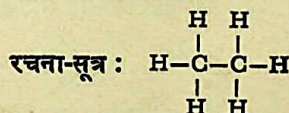
2. यदि मेथेनके किसी एक हाइड्रोजन परमाणुको किसी एक-संयोजक तत्त्वके एक परमाणु द्वारा प्रतिस्थापित करें तो सदा एक ही प्रतिस्थापन यौगिक मिलता है।

3. मेथेनके किन्हीं दो हाइड्रोजन परमाणुओंको किसी एक-संयोजक तत्त्वके दो परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापित करने पर भी सदा एक ही प्रतिस्थापन यौगिक मिलता है।

4. इसी प्रकार मेथेनके तीन हाइड्रोजन परमाणुओंको किसी एक-संयोजक तत्त्व के तीन परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापित करने पर भी एक ही यौगिक मिलता है।

इससे सिद्ध है कि मेथेनके अणुमें चारों हाइड्रोजन परमाणु, एक दूसरेके प्रति सम्मित (symmetrical) हैं (देखो पृष्ठ 16, कार्बन परमाणुकी चतुष्फलकीय प्रकृति)। अतः मेथेनका रचना-सूत्र निम्नलिखित ही हो सकता है :

एथेन (Ethane)

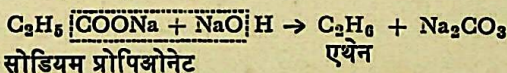
युक्ति सूत्र : $CH_3.CH_3$

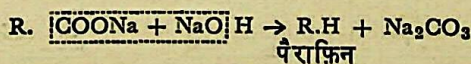
रचना-सूत्र :
```
   H  H
   |  |
H—C—C—H
   |  |
   H  H
```

एथेन पैराफ़िन श्रेणीका दूसरा सदस्य है। प्रकृतिमें यह अक्सर मेथेनके साथ पायी जाती है। पेट्रोलियमके कुओंसे निकलनेवाली प्राकृतिक गैसमें, और थोड़ी मात्रामें कोल गैसमें यह मिलती है।

बनानेकी विधियां.

1. **सोडियम प्रोपिओनेटको सोडालाइमके साथ गर्म करके.** यह मेथेन बनानेकी पहली विधि जैसी है (देखो पृष्ठ 28)।

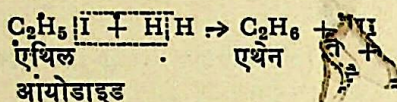
$$C_2H_5\,\boxed{COONa + NaO}\,H \rightarrow C_2H_6 + Na_2CO_3$$

सोडियम प्रोपिओनेट — एथेन

उपयुक्त सोडियम लवणसे, इस तरह, कोई भी पैराफ़िन बनाया जा सकता है :

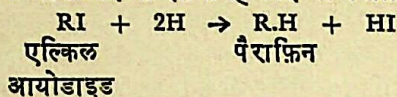
$$R.\,\boxed{COONa + NaO}\,H \rightarrow R.H + Na_2CO_3$$

पैराफ़िन

(जिसमें R कोई एल्किल मूलक है)

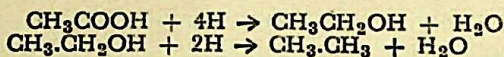
2. **एथिल आयोडाइडको नवजात हाइड्रोजन द्वारा अवकृत करके.** यह मेथेन बनानेकी दूसरी विधि जैसी है (देखो पृष्ठ 29)।

$$C_2H_5I + HH \rightarrow C_2H_6 + HI$$

एथिल आयोडाइड — एथेन

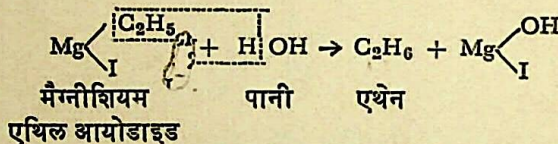
उपयुक्त एल्किल आयोडाइडसे इस तरह कोई भी पैराफ़िन बनाया जा सकता है।

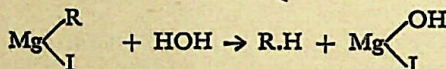
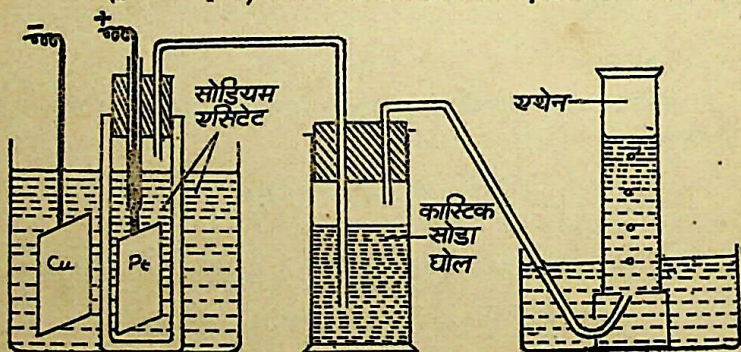
$$RI + 2H \rightarrow R.H + HI$$

एल्किल आयोडाइड — पैराफ़िन

उपयुक्त वसीय अम्ल या अल्कोहलका अवकरण करके भी कोई पैराफ़िन बनाया जा सकता है।

$$CH_3COOH + 4H \rightarrow CH_3CH_2OH + H_2O$$
$$CH_3.CH_2OH + 2H \rightarrow CH_3.CH_3 + H_2O$$

3. ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक पर पानीकी क्रियासे. मैग्नीशियम एथिल आयोडाइड पर पानीकी क्रियासे एथेन प्राप्त कर सकते हैं।

$$Mg\langle^{C_2H_5}_{I} + H.OH \rightarrow C_2H_6 + Mg\langle^{OH}_{I}$$

मैग्नीशियम एथिल आयोडाइड — पानी — एथेन

उपयुक्त ग्रिग्नार्ड प्रतिकारकसे इस तरह कोई भी पैराफ़िन बनाया जा सकता है।

$$Mg\langle^{R}_{I} + HOH \rightarrow R.H + Mg\langle^{OH}_{I}$$

4. सोडियम या पोटैसियम एसिटेटके विद्युत्-विच्छेदन द्वारा (कोल्बे की विधि). चित्र 11 के अनुसार उपकरण लेते हैं। एक बड़े बेलनाकार बर्तनमें एक सरन्ध्र बर्तन (porous pot) रखकर दोनोंमें सोडियम एसिटेटका जलीय घोल भर

चित्र 11. सोडियम एसिटेटके विद्युत्-विच्छेदनसे एथेन बनाना।

देते हैं। बेलनाकार बर्तनमें तांबेका विद्युतोद और सरन्ध्र बर्तनमें प्लैटिनमका विद्युतोद लगा होता है।

घोलमें सोडियम एसिटेट दो प्रकारके आयनों—CH_3COO^- और Na^+ में विच्छेदित हो जाता है। ये आयन क्रमशः धनोद और ऋणोदकी ओर जाते हैं और वहां विद्युतावेश दे देते। परन्तु अस्थायी होनेके कारण या तो विभक्त हो जाते हैं या एक दूसरेसे संयोग करके कोई स्थायी यौगिक बना देते हैं।

$$CH_3{\cdot}COONa \rightleftharpoons CH_3{\cdot}COO^- + Na^+$$

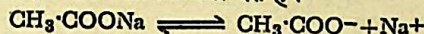
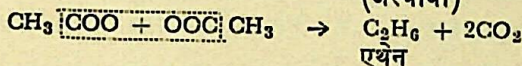
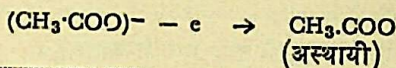
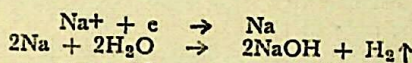
धनोद पर—

$$(CH_3{\cdot}COO)^- - e \rightarrow CH_3.COO \text{ (अस्थायी)}$$

$$CH_3\,\boxed{COO + OOC}\,CH_3 \rightarrow C_2H_6 + 2CO_2$$

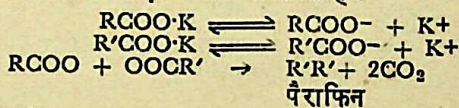
एथेन

ऋणोद पर—

$$Na^+ + e \rightarrow Na$$
$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

इस तरह धनोद पर C_2H_6 और CO_2 तथा ऋणोद पर हाइड्रोजन निकलेंगी। धनोद पर निकलनेवाली गैसको कास्टिक सोडाके घोलसे प्रवाहित करनेसे CO_2 कास्टिक सोडामें अवशोषित हो जाती है और एथेन गैस-जारमें एकत्रित हो जाती है।

इस प्रतिक्रियासे स्पष्ट हो जाता है कि एथेनका एक अणु दो मेथिल समूहोंसे मिल कर बना है। इसलिए एथेनको डाइमेथिल भी कह सकते हैं।

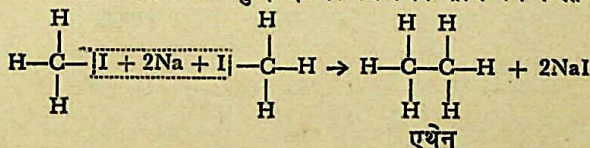
उचित वसीय अम्लके सोडियम या पोटैसियम लवणका विद्युत् विच्छेदन करके मेथेनके अलावा और सब पैराफ़िन बनाये जा सकते हैं।

$$RCOO{\cdot}K \rightleftharpoons RCOO^- + K^+$$
$$R'COO{\cdot}K \rightleftharpoons R'COO^- + K^+$$
$$RCOO + OOCR' \rightarrow R'R' + 2CO_2$$

पैराफ़िन

इसमें R.R और R′R′ भी बनते हैं।

5. **मेथिल आयोडाइड पर सोडियमकी क्रियासे (वुर्ट्स प्रतिक्रिया).** सोडियम को शुष्क मेथिल आयोडाइड और शुष्क ईथरके मिश्रणके साथ गर्म करते हैं।

$$H{-}\underset{H}{\overset{H}{C}}{-}\boxed{I + 2Na + I}{-}\underset{H}{\overset{H}{C}}{-}H \rightarrow H{-}\underset{H}{\overset{H}{C}}{-}\underset{H}{\overset{H}{C}}{-}H + 2NaI$$

एथेन

इस प्रतिक्रियासे एथेन अणुकी रचनाकी पुष्टि होती है (देखो पृष्ठ 40)।

उचित एल्किल हैलाइडसे, इसी तरह अन्य ऊंचे पैराफ़िन भी बनाये जा सकते हैं

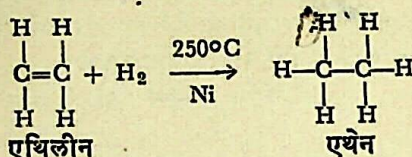
$$R\,\boxed{X + 2Na + X}\,R' \rightarrow R{\cdot}R' + 2NaX$$

इसमें R·R और R′R′ भी बनते हैं।

इस प्रतिक्रियाको वुर्ट्स (Wurtz) नामक वैज्ञानिकने ज्ञात किया था। इसलिए इसे वुर्ट्स प्रतिक्रिया कहते हैं। इससे मेथेन नहीं बनायी जा सकती।

6. **एथिलीनका हाइड्रोजनीकरण करके (सबातिये और सेण्डेरां विधि).** एथि-

लीन और हाइड्रोजनके मिश्रणको 250°C पर सूक्ष्म वितरित निकिल पर से प्रवाहित करनेसे एथेन बनती है।

$$\underset{\text{एथिलीन}}{CH_2{=}CH_2} + H_2 \xrightarrow[Ni]{250^\circ C} \underset{\text{एथेन}}{CH_3{-}CH_3}$$

शुद्ध एथेन व्यापारिक पैमाने पर इसी तरह बनायी जाती है।

उपयुक्त असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन लेकर इसी तरह पैराफ़िनोंके अन्य ऊंचे सदस्य भी बनाये जा सकते हैं।

अवकरणकी इस विधिको सबसे पहले सबातिये और सेण्डेरां (Sabatier and Sanderens) ने मालूम किया था।

यह कार्बनिक यौगिकोंके अवकरणकी महत्त्वपूर्ण विधि है।

गुण.

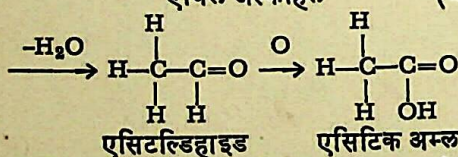
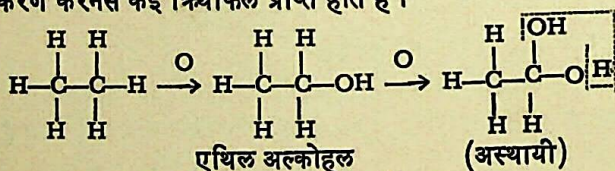
यह एक रंगहीन, गन्धहीन, हवासे कुछ भारी गैस है। पानीमें नहीं घुलती, लेकिन ईथर और अल्कोहलमें यह आसानीसे घुल जाती है।

1. जलना (Burning). हवा या ऑक्सीजनमें इसके जलनेसे मेथेनकी तरह दीप्तिहीन ज्वाला बनती है और ऑक्सीजनके साथ मिलाने पर एक विस्फोटक मिश्रण बनता है।

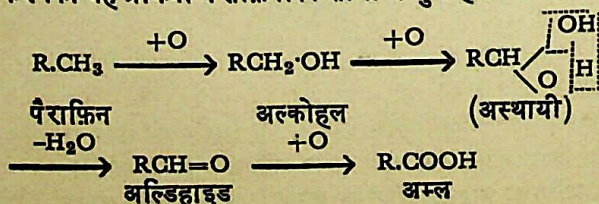
$$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

2. ऑक्सीकरण (Oxidation). ऑक्सीजन द्वारा अधिक दाब और कम ताप पर ऑक्सीकरण करनेसे कई क्रियाफल प्राप्त होते हैं।

$$CH_3{-}CH_3 \xrightarrow{O} \underset{\text{एथिल अल्कोहल}}{CH_3{-}CH_2{-}OH} \xrightarrow{O} \underset{\text{(अस्थायी)}}{CH_3{-}CH(OH){-}O[H]}$$

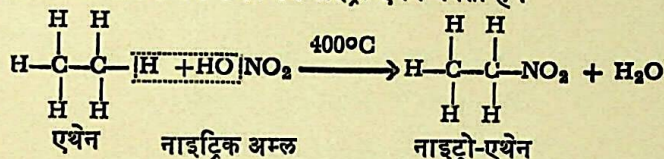
$$\xrightarrow{-H_2O} \underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{CH_3{-}CH{=}O} \xrightarrow{O} \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3{-}C(OH){=}O}$$

ऑक्सीकरणकी यह प्रक्रिया पैराफ़िनोंका सामान्य गुण है।

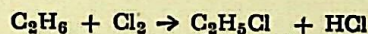
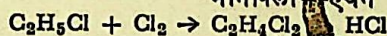
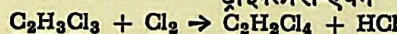
$$\underset{\text{पैराफ़िन}}{R.CH_3} \xrightarrow{+O} \underset{\text{अल्कोहल}}{RCH_2{\cdot}OH} \xrightarrow{+O} \underset{\text{(अस्थायी)}}{RCH\langle^{OH}_{OH}}$$

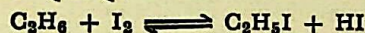
$$\xrightarrow{-H_2O} \underset{\text{अल्डिहाइड}}{RCH{=}O} \xrightarrow{+O} \underset{\text{अम्ल}}{R.COOH}$$

3. प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाएं (**Substitution reactions**). मेथेनकी तरह एथेन भी प्रतिस्थापन यौगिक बनाती है।.

(क) नाइट्रोकरण (**Nitration**). एथेन और नाइट्रिक अम्लके वाष्पके मिश्रणको 400°C तक गर्म करने पर नाइट्रो-एथेन वनता है।

$$H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\boxed{H \ + HO}NO_2 \xrightarrow{400^\circ C} H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-NO_2 + H_2O$$

एथेन नाइट्रिक अम्ल नाइट्रो-एथेन

(ख) हैलोजनीकरण (**Halogenation**). एथेन और क्लोरीनके मिश्रणको सूर्यके मद्धिम प्रकाशमें रखने पर हाइड्रोजन परमाणु क्रमशः क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं और इस प्रकार मोनो, डाइ, ट्राइ, टेट्रा, पेण्टा और हेक्सा प्रतिस्थापन क्रियाफल बनते हैं।

$$C_2H_6 + Cl_2 \rightarrow C_2H_5Cl + HCl$$
मोनोक्लोरो-एथेन
$$C_2H_5Cl + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2 + HCl$$
डाइक्लोरो-एथेन
$$C_2H_4Cl_2 + Cl_2 \rightarrow C_2H_3Cl_3 + HCl$$
ट्राइक्लोरो-एथेन
$$C_2H_3Cl_3 + Cl_2 \rightarrow C_2H_2Cl_4 + HCl$$
$$C_2H_2Cl_4 + Cl_2 \rightarrow C_2HCl_5 + HCl$$
$$C_2HCl_5 + Cl_2 \rightarrow C_2Cl_6 + HCl$$

ब्रोमीनके साथ भी इसी प्रकार प्रतिक्रिया होती है। आयोडीनके साथ इसकी क्रिया, मेथेनकी तरह उत्क्रमणीय होती है।

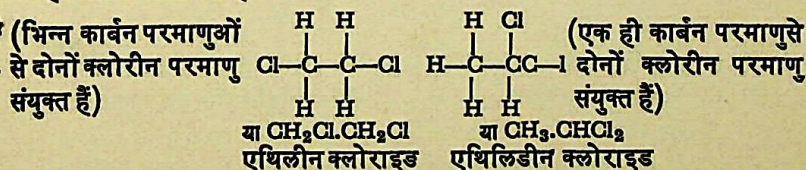
$$C_2H_6 + I_2 \rightleftharpoons C_2H_5I + HI$$

इसलिए आयोडीन प्रतिस्थापन यौगिक बनानेके लिए किसी ऑक्सीकारक पदार्थकी उपस्थितिमें क्रिया करायी जाती है (देखो पृष्ठ 36)।

चूंकि एथेनमें दो कार्बन परमाणु हैं, इसलिए इसके प्रतिस्थापन यौगिकोंमें समावयवता पायी जाती है। उदाहरणार्थ डाइक्लोरो-एथेन लो। इसके रचना-सूत्र दो तरहसे लिखे जा सकते हैं :

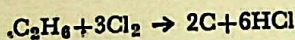
(भिन्न कार्बन परमाणुओं से दोनों क्लोरीन परमाणु संयुक्त हैं)

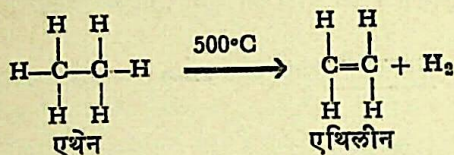
$$Cl-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-Cl$$
या $CH_2Cl.CH_2Cl$
एथिलीन क्लोराइड

$$H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{Cl}{\underset{H}{C}}-Cl$$
या $CH_3.CHCl_2$
एथिलिडीन क्लोराइड

(एक ही कार्बन परमाणुसे दोनों क्लोरीन परमाणु संयुक्त हैं)

इसलिए डाइक्लोरो-एथेनके दो समावयवी हैं। एथेनके सीधे हैलोजनीकरणसे एथिलीन क्लोराइड बनता है। एथिलिडीन क्लोराइड अन्य विधिसे बनाया जाता है।

4. एथेन और क्लोरीनके मिश्रणको सूर्यके तीव्र प्रकाशमें रखने पर विस्फोटके साथ प्रतिक्रिया होती है और कार्बन तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बन जाते हैं।

$$C_2H_6 + 3Cl_2 \rightarrow 2C + 6HCl$$

5. **ऊष्मीय विच्छेदन (Thermal decomposition).** हवाकी अनुपस्थितिमें लगभग 500°C तक गर्म करने पर यह एथिलीन तथा हाइड्रोजनमें विच्छेदित हो जाती है।

$$\underset{\text{एथेन}}{H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H} \xrightarrow{500^\circ C} \underset{\text{एथिलीन}}{\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}=\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}} + H_2$$

उपयोग.

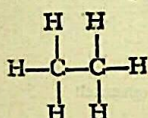
प्राकृतिक गैसोंमें इसे ईंधनकी तरह इस्तेमाल करते हैं। इससे C_2Cl_6 बनाते हैं। यह पदार्थ कपूरकी जगह काम आता है।

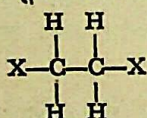
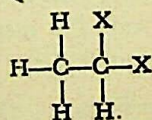
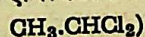
रचना.

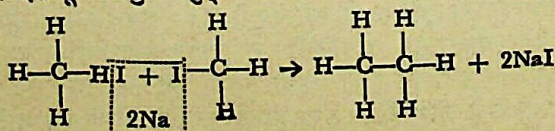
1. तात्त्विक विश्लेषण और वाष्प-घनत्व निकालनेकी विधियों द्वारा एथेनका अणु-सूत्र C_2H_6 आता है।

2. प्रयोगोंसे देखा गया है कि एथेनका एक ही एक-प्रतिस्थापन यौगिक बनता है, अर्थात् C_2H_5X के (जहांXकोई एक-संयोजक तत्त्व या मूलक है) समावयवी नहीं होते। इससे सिद्ध है कि एथेनके सब हाइड्रोजन परमाणु हर प्रकारसे समान हैं। अतः प्रत्येक कार्बन परमाणुसे तीन हाइड्रोजन परमाणु जुड़े होंगे।

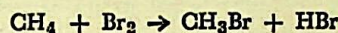
अतएव एथेनका रचना-सूत्र निम्नलिखित होगा :

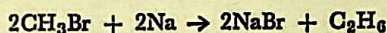
$$H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H$$

3. एथेनके सिर्फ़ दो द्वि-प्रतिस्थापन यौगिकों (di-substitution products) का बनना इस सूत्रके आधार पर ही समझाया जा सकता है :

$$X-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-X \qquad\qquad H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle X}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-X$$

(एक प्रकारके द्वि-प्रतिस्थापन यौगिक जैसे—एथिलीन क्लोराइड $CH_2Cl.CH_2Cl$)

(दूसरी प्रकारके द्वि-प्रतिस्थापन यौगिक जैसे—एथिलिडीन क्लोराइड $CH_3.CHCl_2$)

4. एथेनके इस सूत्रकी पुष्टि वुर्ट्स प्रतिक्रियासे भी होती है, जो इस प्रकार है :

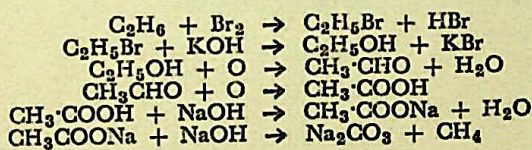
$$H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\boxed{\underset{2Na}{I + I}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H \rightarrow H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H + 2NaI$$

मेथेनसे एथेन बना

मेथेनको ब्रोमीनके साथ मिलाकर सूर्यके मद्धिम प्रकाशमें रखनेसे मेथिल ब्रोमाइड बनता है।

$$CH_4 + Br_2 \rightarrow CH_3Br + HBr$$

मेथिल ब्रोमाइडको सोडियमके साथ गर्म करने पर एथेन गैस बनती है।

$$2CH_3Br + 2Na \rightarrow 2NaBr + C_2H_6$$

एथेनसे मेथेन बनाना

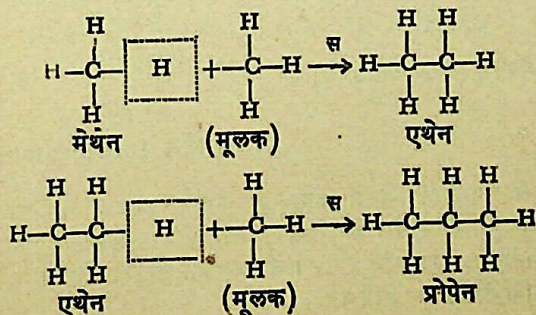
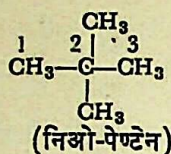
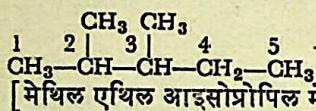
एथेनसे मेथेन बनानेके लिए बीचमें कई यौगिक बनाने पड़ते हैं। सूर्यके मद्धिम प्रकाशमें एथेन ब्रोमीनके साथ क्रिया करके एथिल ब्रोमाइडमें बदल जाता है। इसे KOH के जलीय घोलमें प्रवाहित करने पर एथिल अल्कोहल बनता है। एथिल अल्कोहलको ऑक्सीकृत करके एसिटल्डिहाइड और फिर एसिटिक अम्ल बना लेते हैं जो कास्टिक सोडाके घोलसे क्रिया करके सोडियम एसिटेट बना देता है। इसे गर्म करके निर्जल करनेके बाद सोडा लाइम मिलाकर गर्म करने पर मेथेन गैस बनती है। रासायनिक प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित होती हैं:

$$\begin{aligned} C_2H_6 + Br_2 &\rightarrow C_2H_5Br + HBr \\ C_2H_5Br + KOH &\rightarrow C_2H_5OH + KBr \\ C_2H_5OH + O &\rightarrow CH_3{\cdot}CHO + H_2O \\ CH_3CHO + O &\rightarrow CH_3{\cdot}COOH \\ CH_3{\cdot}COOH + NaOH &\rightarrow CH_3{\cdot}COONa + H_2O \\ CH_3COONa + NaOH &\rightarrow Na_2CO_3 + CH_4 \end{aligned}$$

पैराफ़िन श्रेणीके अन्य सदस्य

इस श्रेणीके अन्य सदस्य क्रमशः प्रोपेन (C_3H_8) ब्यूटेन (C_4H_{10}) पेण्टेन (C_5H_{12}) आदि हैं। इनमें से किसीका रचना-सूत्र लिखनेके लिए उससे पहले वाले सदस्यके सूत्रमें एक हाइड्रोजन परमाणुकी जगह एक ($-CH_3$) मूलक लगा देते हैं। जैसे—

$$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$$

(निओ-पेण्टेन) 2, 2—डाइमेथिल प्रोपेन

$$\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{\underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}H}}}-\overset{3}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}H}}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3}$$

[मेथिल एथिल आइसोप्रोपिल मेथेन]* 2, 3—डाइमेथिल पेण्टेन

पैराफ़िन श्रेणीके दो सदस्यों—मेथेन और एथेनका अध्ययन करनेसे मालूम हुआ कि इन यौगिकोंके बनानेकी विधियां और गुण लगभग समान हैं। पैराफ़िन श्रेणीके अन्य सदस्योंके बनानेकी विधियां और गुण भी इनके समान हैं।

प्रश्न

1. मेथेनसे एथेन किस प्रकार प्राप्त करोगे ?
2. पोटैसियम एसिटेटका विद्युत् विच्छेदन करने पर क्या होता है ? (उ० प्र० 1950, 52)
3. मेथेनसे एसिटिक अम्ल कैसे प्राप्त करोगे ? (उ० प्र० 1945, 54)
4. सोडियम एसिटेटके विद्युत् विच्छेदनसे क्या बनता है ? (उ० प्र० 1945,46)
5. सन्तृप्त और असन्तृप्त यौगिकों पर एक संक्षिप्त नोट लिखो।
6. मेथेनको मेथिल अल्कोहलमें कैसे परिवर्तित करोगे ?
7. यदि अल्युमीनियम कार्बाइडमें पानी मिलायें तो क्या होगा ? (उ० प्र० 1955)
8. सोडियम एसिटेट और सोडा लाइमके मिश्रणको गर्म करने पर क्या होता है ?
9. पैराफ़िन, एल्किल मूलक, ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक, कोल्बे की प्रतिक्रिया, प्रतिस्थापन प्रतिक्रिया, और नामकरणकी जिनेवा प्रणाली पर टिप्पणियां लिखो।
10. प्रतिस्थापन यौगिकों पर टिप्पणी लिखो। (उ० प्र० 1951, 54)

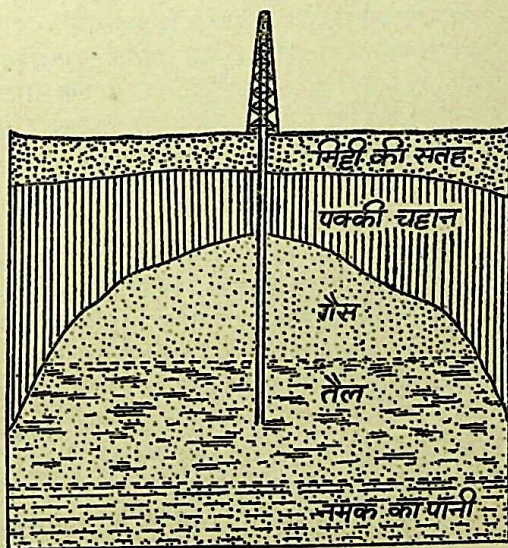
---

* टिप्पणी. यह नाम इस विधिके अनुसार रखा गया है कि इस हाइड्रोकार्बनको सरलतम हाइड्रोकार्बन मेथेनका व्युत्पन्न समझा जाय जिसमें मेथेनके विभिन्न हाइड्रोजन परमाणु भिन्न-भिन्न एल्किल मूलकों द्वारा प्रतिस्थापित हो गये हैं। इस प्रकार C^3 को मेथेनका कार्बन परमाणु माननेसे हम देखते हैं कि मेथेनके एक हाइड्रोजन परमाणु को मेथिल, दूसरेको एथिल और तीसरेको आइसो प्रोपिल $\left(\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>HC-\right)$ मूलक द्वारा प्रतिस्थापित करनेसे यह हाइड्रोकार्बन बना है। अतः इसका नाम 'मेथिल एथिल आइसो प्रोपिल मेथेन' रखा गया।

4

पेट्रोलियम

(Petroleum)

पैराफिन हाइड्रोकार्बनोंका मुख्य प्राकृतिक स्रोत पेट्रोलियम है। पृथ्वीके अनेक भागोंमें विभिन्न गहराइयों पर एक श्यान (viscous), विशेष गन्धवाला और चमकीले काले रंगका तेल पाया जाता है जिसे **पेट्रोलियम या कच्चा तेल (petroleum or crude oil)** कहते हैं। यह 'पेट्रोलियम' इसलिए कहलाता है क्योंकि यह पृथ्वीमें रेणु चट्टानों (sand stone) की पर्तोंमें पाया जाता है (लैटिन : petra = चट्टान, oleum = तेल)। पेट्रोलियमके कुओंसे एक गैस भी निकलती है, जिसमें मेथेन, एथेन आदि होती हैं। इसे प्राकृतिक गैस (natural gas) कहते हैं।

चित्र 12

सबसे अधिक पेट्रोलियम (लगभग 70 %) संयुक्त राज्य अमेरिका (U.S.A.) में पाया जाता है। अन्य स्थान—वेनेजुएला (Venezuela), रूस (Russia) और मध्य पूर्वी देश (Middle East countries) कम मात्रामें पेट्रोलियम भारतवर्ष, बर्मा

और पाकिस्तानमें भी पाया जाता है। भारतवर्षमें यह डिगबोई और नहरकटिया (आसाम) तथा कैम्बे (सौराष्ट्र) और अंकलेश्वर (गुजरात) आदिमें मिला है। भारतमें आॅयल और नेचुरल गैस कमीशन जगह-जगह तेल खोज निकालनेका प्रयत्न कर रहा है और उसे सफलता भी मिली है।

उत्पत्ति. पृथ्वीके अन्दर पेट्रोलियम कैसे बना? यह निश्चयसे नहीं कहा जा सकता। इसके सम्बन्धमें वैज्ञानिकोंने अपने-अपने मत दिये हैं। आजकल एंगलर (Engler) का मत सबसे सही माना जाता है।

एंगलर के अनुसार जहां आज पेट्रोलियम है, वहां पर किसी समय समुद्र था, जिसके पेंदे (bottom) में रहनेवाले अनेक जीव-जन्तु व सामुद्रिक वनस्पतियां, नदियों द्वारा लायी हुई पथरीली मिट्टीके नीचे दब गयीं और हजारों वर्षों तक मिट्टीकी पर्तें जमते-जमते एक समय ऐसा आया जबकि मिट्टीकी तह काफ़ी ऊंची उठ गयी जिससे समुद्रका बचा हुआ पानी भी भाप बनकर उड़ गया और सूखी भूमि निकल आयी। इस प्रकार पृथ्वीके अन्दर अधिक दाब और ताप पर रहनेके कारण उन जन्तुओं व वनस्पतियोंके अवशेषोंसे पेट्रोलियम बना होगा

पेट्रोलियममें क्लोरोफ़िल व्युत्पन्न (chlorophyl derivatives) और प्रकाश-प्रति-सक्रिय (optically active) पदार्थ पाये जाते हैं जिससे एंगलर के मतकी पुष्टि होती है क्योंकि क्लोरोफ़िल वनस्पतियोंमें होता है और प्रकाशप्रति-सक्रिय पदार्थ जीव-धारियोंके अवशेषोंके आसवनसे प्राप्त होते हैं। पेट्रोलियमके साथ अक्सर ब्राइन अर्थात् नमकका घोल भी पाया जाता है। ब्राइन और पेट्रोलियमका एक साथ पाया जाना भी यह संकेत करता है कि पृथ्वीके अन्दर पेट्रोलियमका बनना जीवधारियोंसे गहरा सम्बन्ध रखता है। एंगलर ने अपने कथनको एक प्रयोग द्वारा भी पुष्ट किया। उसने मछलीकी चर्बी (fish blubber) का भंजक-आसवन करके एक तेल प्राप्त किया जो पेट्रोलियम से मिलता-जुलता था।

संरचना. पेट्रोलियम कई प्रकारके हाइड्रोकार्बनों (सन्तृप्त, असन्तृप्त, वसा-चाक्रिक और बेंजीनिक) का एक मिश्रण होता है। विभिन्न स्थानोंसे प्राप्त पेट्रोलियम में हाइड्रोकार्बनोंका अनुपात भी अलग-अलग होता है। जिस पेट्रोलियममें पैराफ़िन अधिक होते हैं वह **पैराफ़िन प्रधान कच्चा तेल (Paraffin base crude oil)** कहलाता है। जिस पेट्रोलियममें नैफ्थीनिक हाइड्रोकार्बन* या बेंज़ीनिक हाइड्रोकार्बनों की मात्रा अधिक होती है उन्हें क्रमशः **नैफ्थीन प्रधान कच्चा तेल (napthene base crude oil)** या **बेंज़ीन प्रधान कच्चा तेल (aromatic base crude oil)** कहते हैं।

पेट्रोलियममें थोड़ी मात्रामें ऐसे कार्बनिक यौगिक भी होते हैं जिनके अणुओंमें आॅक्सीजन, नाइट्रोजन या सल्फ़र होते हैं। सल्फ़र यौगिकोंके कारण ही पेट्रोलियममें विशेष प्रकारकी गन्ध होती है। ये यौगिक पेट्रोलियमको घटिया कर देते हैं।

खनिकर्म (Mining). जहां पर पेट्रोलियम मिलनेकी आशा होती है भू-

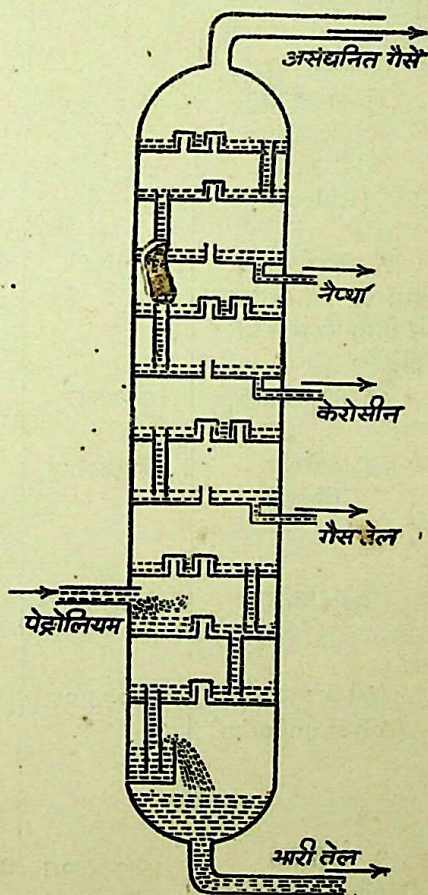
---

* नैफ्थीनिक हाइड्रोकार्बन, वसा-चाक्रिक हाइड्रोकार्बनोंको कहते हैं। इनका सामान्य सूत्र C_nH_{2n} है। इनकी रचना पृष्ठ 20 पर समझायी गयी है।

भौतिकीविद (geophysicists) वहां का निरीक्षण करते हैं और यह अनुमान लगाते हैं कि ज़मीनके नीचे पेट्रोलियम है या नहीं और यदि है तो कितनी गहराई पर ? जहां काफ़ी सम्भावना दिखती है उस स्थान पर मशीन द्वारा पेट्रोलियमकी सतह तक छेद कर लेते हैं और उसमें एक लम्बा नल डाल देते हैं। पम्प द्वारा तेल ऊपर खींच लिया जाता है और बड़े-बड़े नलों द्वारा तेल साफ़ करनेके कारखानों (refineries) में पहुँचाया जाता है। निकालते समय कभी-कभी प्राकृतिक गैसके अधिक दाबके कारण पेट्रोलियम अपने-आप ऊपर निकल आता है।

पेट्रोलियमका आसवन. इस रूपमें पेट्रोलियम उपयोगके लायक नहीं होता क्योंकि उसमें बहुत-सी अशुद्धियां [पानी और बालू (sand) आदि भी] मिली रहती हैं। इसे बेलनाकार टैंकोंमें से अधिक दाब पर प्रवाहित करके इन अशुद्धियोंको दूर करके पेट्रोलियमका प्रभाजक आसवन किया जाता है जिससे कई भिन्न रचनावाले प्रभाजन प्राप्त होते हैं जिनके नाम और उपयोग अगले पृष्ठ पर दिये हैं।

प्रभाजक आसवनके लिए पेट्रोलियमको लगभग 300°C तक गर्म करके एक लम्बे प्रभाजक स्तम्भ (fractionating tower)में भेजा जाता है (चित्र 13)।

स्तम्भमें आने पर पेट्रोलियमकी वाष्पें चित्रमें दिखाये गये रास्तोंसे ऊपरकी ओर जाती हैं। भिन्न क्वथनांक-अवधि (boiling point range) वाली वाष्प स्तम्भके विभिन्न भागोंमें द्रवित होकर बाहर निकल जाती हैं। भारी तेल (heavy oil) का क्वथनांक 300° से अधिक होता है, इसलिए वह पहले ही द्रव अवस्थामें रहता है और नीचेसे बहकर निकल जाता है। असंघनित गैसोंका क्वथनांक बहुत कम होता है, इसलिए ये द्रवित नहीं होतीं और स्तम्भकी चोटीसे निकल जाती हैं।

चित्र 13. पेट्रोलियमका प्रभाजक आसवन।

प्रभाजनका नाम	क्वथनांक अवधि	संरचना	उपयोग
1. असंघनित गैसें. इनको संघनित करके दुबारा आसवन करने पर निम्न दो प्रभाजन प्राप्त होते हैं :	0°-18°C	CH_4-C_4H_{10}	ऊष्मा और प्रकाश पैदा करनेके लिए तथा कार्बन ब्लैक और जल-गैस $(CO)+H_2)$ बनानेके लिए।
(*i*) साइमोजीन (Cymogene)	0°C	—	प्रशीतन (refrigeration) में।
(*ii*) रिगोलीन (Rhigolene)	18°C	—	स्थानीय-निश्चेतक (local-anæsthetic) के रूपमें।
2. नैप्था. इसके दुबारा आसवन से निम्न प्रभाजन प्राप्त होते हैं :	[illegible]-150°C	C_5H_{12}-C_9H_{20}	
(*i*) पेट्रोलियम ईथर	18°-70°C	—	औद्योगिक घोलक के रूपमें।
(*ii*) गैसोलीन (पेट्रोल)	70°-90°C	—	इंजनोंमें ईंधनके रूपमें तथा पेट्रोल-गैस बनानेमें।
(*iii*) लिग्रोइन (Ligroin)	90°-120°C	—	घोलकके रूपमें और हवाई जहाजके इंजनोंमें।
(*iv*) घोलक नैप्था (solvent naptha)	120°-150°C	—	वसाओं और वार्निशोंके घोलकके रूपमें तथा [illegible] ऊ-धुलाई (dry cleaning) में।
3. केरोसीन (Kerosene) या मिट्टीका तेल.	150°-300°C	$C_{10}H_{22}$-$C_{15}H_{32}$	ऊष्मा व प्रकाश उत्पन्न करनेके लिए और तेल-गैस (oil gas) बनानेमें।
4. भारी तेल (Heavy oil).	300°C से अधिक	$C_{16}H_{24}$-$C_{20}H_{42}$	

इसे ठण्डा करनेसे भिन्न-भिन्न ताप पर निम्न पदार्थ मिलते हैं :			
(*i*) स्नेहक तेल (Lubricating oils)			स्नेहन (lubrication) के काममें.
(*ii*) वैसलीन या ग्रीस (Grease)			मशीनोंमें घर्षण-रोध कम करनेके लिए, शृंगार सामग्रीमें।
(*iii*) पैराफ़िन मोम (Paraffin wax)			मो म ब त्ति यां, रिकार्ड, पॉलिश, क्रीम, ब्लॉक, चित्रकारी और विद्युत्-मुद्रणमें
(*iv*) तारकोल (Tar)			सड़कें बनानेमें।
(*v*) पेट्रोलियम कोक (Petroleum Coke) (तारकोलका आसवन करके)			ईंधनके रूपमें और काली वार्निश बनाने तथा अचालन (insulation) के लिए।

पेट्रोल (Petrol)

प्रभाजक आसवनसे मिली गैसोलीन (पेट्रोल) में सल्फ़रके कुछ यौगिक (विशेषकर थायो अल्कोहल RSH) और कुछ असन्तृप्त यौगिक पाये जाते हैं जो उसको निकृष्ट कर देते हैं। इन्हें निम्नलिखित विधियोंसे दूर करते हैं :

(*i*) गैसोलीनको 89% सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ कई बार हिलानेसे सल्फ़र-यौगिक और असन्तृप्त यौगिक दूर हो जाते हैं। पहले पानी और फिर क्षारसे धोकर अम्ल[illegible] कर दिया जाता है।

(*ii*) गैसोलीनको सोडियम हाइड्रॉक्साइडके घोलसे धोकर भी अशुद्धियोंको दूर किया जाता है। सोडियम हाइड्रॉक्साइडकी अतिरिक्त मात्राको अम्ल द्वारा उदासीन कर देते हैं।

पहले पेट्रोलियमका आसवन प्रधानतया मिट्टीका तेल (kerosene oil) प्राप्त करनेके लिए किया जाता था किन्तु अब इसका सबसे उपयोगी प्रभाजन पेट्रोल है। आसवनसे प्राप्त पेट्रोलसे मांग पूरी नहीं हो पाती क्योंकि पांच गैलन पेट्रोलियमसे आसवन द्वारा केवल एक गैलन पेट्रोल प्राप्त होता है। इसलिए वैज्ञानिकोंने

4—का० र०

पेट्रोलियमके अन्य प्रभाजनोंको भी पेट्रोलमें परिवर्तित करनेके ... किये और निम्नलिखित विधियां निकालीं :

भंजन (Cracking) द्वारा. ऊंचे ताप पर आसवित होनेवाले प्रभाजनोंमें ऊंचे हाइड्रोकार्बन (higher hydrocarbons) होते हैं। ये हाइड्रोकार्बन बहुत कम उड़नशील (volatile) और अधिक अणु-भारके होते हैं। इनको अधिक दाब पर रक्त-तप्त (red-hot) नलोंमें प्रवाहित करनेसे इनके अणु सरल अणुओंमें विच्छेदित हो जाते हैं। इस प्रकार बने सरल हाइड्रोकार्बन अधिक उड़नशील और कम अणु-भारवाले होते हैं। अधिक अणु-भारवाले हाइड्रोकार्बनोंको कम अणु-भारवाले हाइड्रोकार्बनोंमें विच्छेदित करनेको भंजन (cracking) कहते हैं।

इस प्रकार भारी तेलके भंजनसे पेट्रोल प्राप्त किया जाता है। भंजनसे प्राप्त पेट्रोल आसवन द्वारा प्राप्त पेट्रोलसे भी अच्छा होता है। भंजन विधिके मालूम हो जानेसे अब पांच गैलन पेट्रोलियमसे चार गैलन अच्छा पेट्रोल प्राप्त किया जाता है।

भंजन विधिके आविष्कारसे पेट्रोलका उत्पादन बहुत बढ़ गया है, किन्तु फिर भी यह संसारकी मांगको पूरा करनेके लिए काफ़ी नहीं है। इसलिए वैज्ञानिकों ने संश्लेषण विधियों द्वारा पेट्रोल बनाया। इनमें से महत्त्वपूर्ण विधियां निम्नलिखित हैं :

1. **बर्जियस (Bergius) विधि.** इस विधिमें उत्प्रेरक (जैसे टिनका एक कार्बनिक यौगिक) की उपस्थितिमें कोल (coal) के हाइड्रोजनीकरण द्वारा पेट्रोल बनाया जाता है। हाइड्रोजनीकरण 400°—500°C तथा 250 वायुमण्डलीय दाब पर करते हैं। इससे कोलकी मात्राका 60 प्रतिशत पेट्रोल मिलता है। यह पेट्रोल बहुत अच्छा नहीं होता।

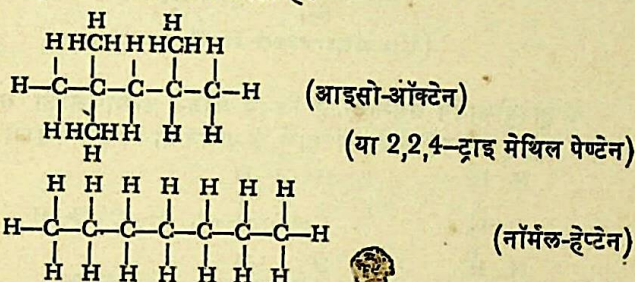
2. **फ़िशर ट्रॉप्स (Fischer-Tropsch) विधि.** एक भाग कार्बन मोनॉक्साइड और दो भाग हाइड्रोजनके मिश्रणको 200°—300°C ताप और 200 वायुमण्डलीय दाब पर निकिल उत्प्रेरक परसे प्रवाहित किया जाता है। इससे द्रव हाइड्रोकार्बनोंका एक मिश्रण प्राप्त होता है जिसका प्रभाजक आसवन करने पर पेट्रोल मिलता है। बहुत कम पेट्रोल इस विधिसे बनाया जाता है लेकिन यह पेट्रोल बहुत अच्छा होता है, इसलिए प्राकृतिक पेट्रोलसे महँगा मिलता है।

नॉकिंग और ऑक्टेन नम्बर. पेट्रोल इंजनमें पेट्रोल वाष्प और हवाका मिश्रण उपयोग किया जाता है। इंजनकी दक्षता (efficiency) इस पर निर्भर करती है कि इस मिश्रणको दहनसे पहले कितना दबाया जा सकता है। जिस पेट्रोलको ... अधिक दबाया जा सकता है वह अच्छे क़िस्मका पेट्रोल है क्योंकि उससे इंजनकी दक्षता बढ़ जाती है। घटिया पेट्रोलकी वाष्पको अधिक दबाकर उसमें प्रज्ज्वलन स्फुलिंग (ignition spark) भेजनेसे समान रूपसे धीरे-धीरे (smoothly) जलनेके बजाय वह कड़कड़ाहटकी आवाज़के साथ रुक-रुक कर जल उठता है जिससे पिस्टन पर एक धक्का-सा लगता है, इसे नॉकिंग कहते हैं। इससे इंजनकी दक्षता कम हो जाती है। पेट्रोलमें असन्तृप्त और शाखायुक्त हाइड्रोकार्बन या बेंज़ीनिक (aromatic) हाइड्रोकार्बन जितने ही अधिक होंगे उतनी ही कम नॉकिंग होगी। जिस पेट्रोलमें सीधी-शृंखलावाले पैराफ़िन बहुत होंगे वह बहुत नॉकिंग करेगा। कुछ ऐसे यौगिक हैं जिनकी यदि थोड़ी-सी मात्रा पेट्रोल

के साथ मिला दी जाय तो वे पेट्रोलकी नॉकिंगको कम कर देते हैं। ऐसे यौगिकोंको ऐण्टिनॉक यौगिक (antiknock compounds) कहते हैं। tetra ethyl lead [$(C_2H_5)_4Pb$] जिसे संक्षेपमें टेल (tel) कहते हैं, एक बहुत अच्छा ऐण्टिनॉक यौगिक है।

पेट्रोलके किसी नमूनेकी ऐण्टिनॉकिंग सामर्थ्य नापनेके लिए 'ऑक्टेन नम्बर' (octane number) का उपयोग किया जाता है।

```
       H     H
   H HCH H HCH H
   |  |  |  |  |
H—C—C—C—C—C—H        (आइसो-ऑक्टेन)
   |  |  |  |  |
   H HCH H  H  H      (या 2,2,4—ट्राइ मेथिल पेण्टेन)
       H

   H  H  H  H  H  H  H
   |  |  |  |  |  |  |
H—C—C—C—C—C—C—C—H     (नॉर्मल-हेप्टेन)
   |  |  |  |  |  |  |
   H  H  H  H  H  H  H
```

आइसो-ऑक्टेन और नार्मल हेप्टेन ऑक्टेन नम्बरकी परिभाषा करनेके लिए लिये जाते हैं क्योंकि आइसो-ऑक्टेन बहुत ही कम और नार्मल हेप्टेन बहुत अधिक नॉकिंग पैदा करता है। इसलिए आइसो-ऑक्टेनकी ऐण्टिनॉक-सामर्थ्य (antiknock capacity) 100 और नार्मल हेप्टेनकी शून्य नियत कर दी गयी है। इन दोनों पदार्थोंके विभिन्न अनुपातमें बने हुए मिश्रणोंकी ऐण्टिनॉक-सामर्थ्य 100 और शून्यके बीचमें होगी। दिये हुए पेट्रोलका गुण जिस मिश्रणके ऐण्टीनॉक गुणके समान होता है, उसमें आइसो-ऑक्टेनकी जो प्रतिशत मात्रा होती है, वही उस पेट्रोलका ऑक्टेन-नम्बर कहलाता है। जैसे कि यदि पेट्रोलका दिया हुआ नमूना उतनी ही नॉकिंग पैदा करता है जितनी 80 प्रतिशत आइसो-ऑक्टेन तथा 20 प्रतिशत नार्मल हेप्टेनका मिश्रण समान दिशाओंमें करेगा तो हम कहते हैं कि दिये हुए पेट्रोलका ऑक्टेन नम्बर 80 है।

प्रश्न

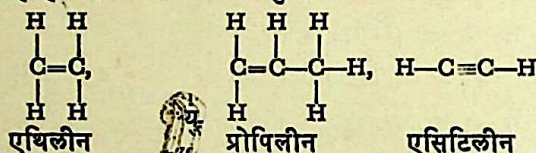
1. पेट्रोलियम उद्योग पर एक संक्षिप्त लेख लिखो। (उ० प्र० 1947)
2. [पेट्रो]लियमकी उत्पत्तिके बारेमें आधुनिक मत क्या है ? ऑक्टेन नम्बरसे क्या समझते हो ?
3. पेट्रोलियमसे प्राप्त होनेवाले पदार्थोंकी एक तालिका बनाओ और उनके उपयोग लिखो।

5

असन्तृप्त हाइड्रोकार्बन

(Unsaturated Hydrocarbons)

वे हाइड्रोकार्बन असन्तृप्त हैं जिनमें कार्बन परमाणुओंकी सारी संयोजकताएं सन्तुष्ट नहीं हैं। इनमें कार्बन परमाणु द्वि-बन्धन या त्रि-बन्धन द्वारा जुड़े रहते हैं।

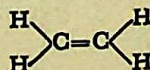
$$\underset{\text{एथिलीन}}{\begin{matrix} H & & H \\ | & & | \\ C & = & C, \\ | & & | \\ H & & H \end{matrix}} \qquad \underset{\text{प्रोपिलीन}}{\begin{matrix} H & & H & & H & & \\ | & & | & & | & & \\ C & = & C & - & C & - & H, \\ | & & & & | & & \\ H & & & & H & & \end{matrix}} \qquad \underset{\text{एसिटिलीन}}{H-C\equiv C-H}$$

वे हाइड्रोकार्बन जिनके अणुमें सिर्फ़ द्वि-बन्धन होते हैं, ओलीफ़िन हाइड्रोकार्बन (**olefine hydrocarbons**) कहलाते हैं और वे जिनके अणुमें त्रि-बन्धन होते हैं, एसिटिलीन हाइड्रोकार्बन (**acetylene hydrocarbons**) कहलाते हैं। ओलीफ़िनोंको जिनेवा पद्धतिके अनुसार एल्कीन (**alkenes**) और एसिटिलीनोंको एल्काइन (**alkynes**) कहते हैं।

ओलीफ़िन हाइड्रोकार्बन (Olefine Hydrocarbons)

ओलीफ़िनोंकी सधर्ममालाका सामान्य सूत्र C_nH_{2n} है। इसके कुछ सदस्योंके सूत्र और नाम नीचे दिये जाते हैं :

सूत्र	साधारण नाम	जिनेवा नाम	
$CH_2=CH_2$	एथिलीन	एथीन	n = 2*
$CH_2=CH-CH_3$	प्रोपिलीन	प्रोपीन	n = 3
$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	ब्यूटिलीन	ब्यूटीन	n = 4
$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$	पेण्टिलीन	पेण्टीन	[illegible]

एथिलीन (Ethylene)

युक्ति सूत्र : $CH_2:CH_2$ रचना-सूत्र : $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>C=C<\!\!\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}$

एथिलीन, ओलीफ़िन श्रेणीका पहला सदस्य है। यह कोल गैसमें पायी जाती है।

---

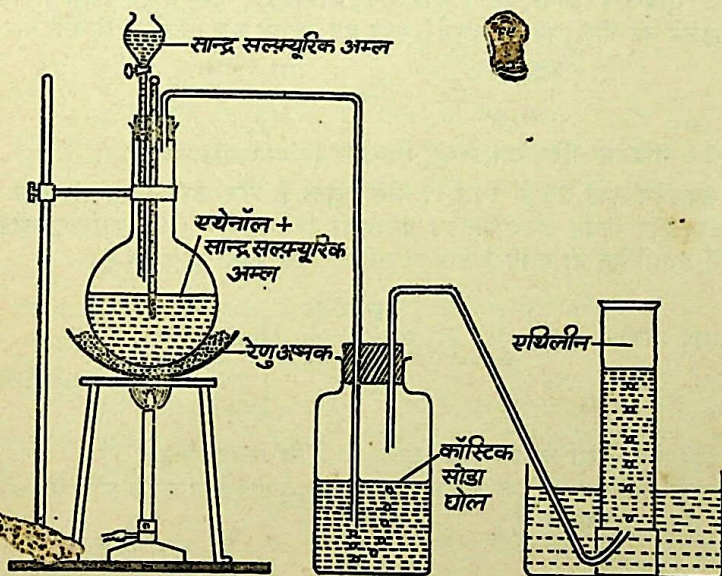
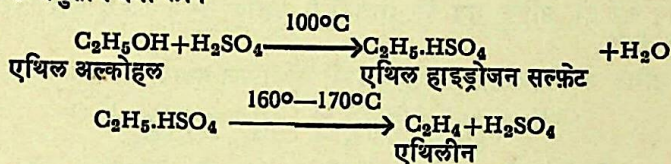
* C_nH_{2n} में n = 1 रखनेसे CH_2 प्राप्त होता है जिसे 'मेथिलीन' या 'मेथीन' कहेंगे। यह स्वतंत्र रूपसे नहीं रह पाता।

अमेरिका की प्राकृतिक गैसमें लगभग 20 % एथिलीन होती है। पेट्रोलियमके ऊंचे हाइड्रोकार्बनोंका भंजन (cracking) करने पर एथिलीन काफ़ी मात्रामें उत्पन्न होती है।

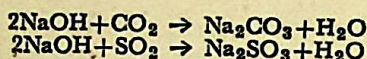
बनानेकी विधियां.

1. **एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) पर सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रियासे (प्रयोगशाला विधि).** फ़्लास्कमें कुछ एथिल अल्कोहल लेकर उसका दुगना आयतन सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल डालो और मिश्रणको रेणु-ऊष्मक पर 160—170°C तक गर्म कर उपकरण चित्र 14 के अनुसार बना लो।

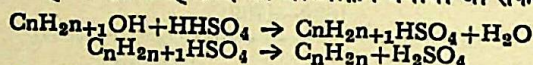
$$\underset{\text{एथिल अल्कोहल}}{C_2H_5OH} + H_2SO_4 \xrightarrow{100^\circ C} \underset{\text{एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट}}{C_2H_5.HSO_4} + H_2O$$

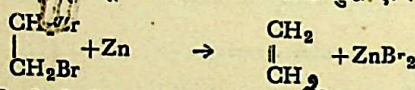
$$C_2H_5.HSO_4 \xrightarrow{160^\circ-170^\circ C} \underset{\text{एथिलीन}}{C_2H_4} + H_2SO_4$$

चित्र 14. एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) से एथिलीन बनाना।

एथिलीन गैस निकलती है जिसे कास्टिक सोडा घोलसे प्रवाहित करके पानीके विस्थापन द्वारा इकट्ठा कर लेते हैं। एथिलीनके साथ आयी हुई कुछ गैसें, जैसे कार्बन डाइऑक्साइड और सल्फ़र डाइऑक्साइड कास्टिक सोडाके घोलमें रह जाती हैं और एथिलीन गैस जारमें इकट्ठा हो जाती है।

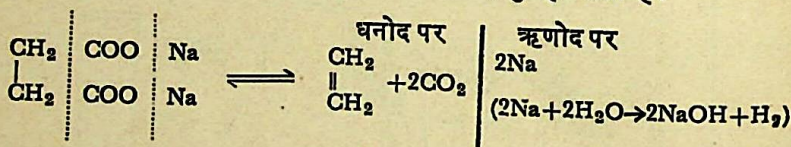
$$2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$
$$2NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

नोट. (*i*) सल्फ़्यूरिक अम्लका आधिक्य होना ज़रूरी है, नहीं तो ईथर बनने लगेगा। (*ii*) एथिल अल्कोहल और सल्फ़्यूरिक अम्लके मिश्रणमें थोड़ा-सा निर्जल अल्युमीनियम सल्फ़ेट और बालू मिलाकर गर्म करनेसे 140°C पर ही एथिलीन निकलने लगती है। (*iii*) सल्फ़्यूरिक अम्ल जल शोषकका काम करता है। वह अल्कोहलसे पानीका एक अणु निकाल लेता है। इस तरह एथिलीनका एक अणु बच रहता है। अगर जलशोषकके तौर पर ग्लेशल फ़ॉस्फ़ोरिक अम्ल (HPO_3) का उपयोग करें तो अधिक शुद्ध गैस मिलती है क्योंकि उसमें CO_2 और SO_2 नहीं मिली होतीं।

उचित अल्कोहलसे इस तरह कोई भी ओलीफ़िन बनाया जा सकता है।

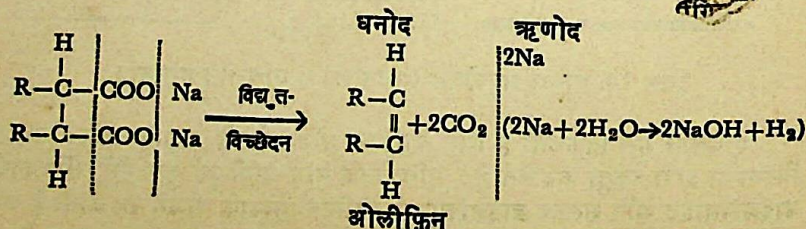
$$C_nH_{2n+1}OH + HHSO_4 \rightarrow C_nH_{2n+1}HSO_4 + H_2O$$
$$C_nH_{2n+1}HSO_4 \rightarrow C_nH_{2n} + H_2SO_4$$

2. एथिलीन ब्रोमाइडसे. एथिलीन ब्रोमाइडके मेथेनॉलिक घोल (मेथिल अल्कोहलमें बने घोल) को [illegible] चूर्णके साथ गर्म करनेसे शुद्ध एथिलीन मिलती है.

$$\begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2Br \end{matrix} + Zn \rightarrow \begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix} + ZnBr_2$$

3. सोडियम सक्सिनेटके विद्युत्-विच्छेदन (electrolysis) से.

उपकरण पृष्ठ 36 के चित्र 11 जैसा होता है और कार्य विधि भी वही है। एथिलीन और कार्बन डाइऑक्साइड धनोद पर निकलते हैं। CO_2 कास्टिक सोडाके घोलमें अवशोषित हो जाती है और एथिलीन जारमें इकट्ठी हो जाती है।

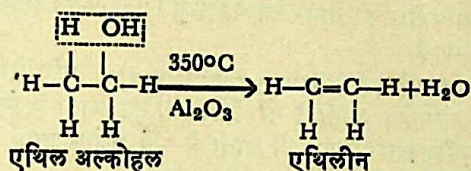
$$\begin{matrix} CH_2 & COO & Na \\ | & & \\ CH_2 & COO & Na \end{matrix} \rightleftharpoons \underset{\text{धनोद पर}}{\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix} + 2CO_2} \;\Big|\; \underset{\text{ऋणोद पर}}{2Na \quad (2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2)}$$

यह विधि पैराफ़िन बनानेकी 'कोल्बे की विधि' के समान है।

सही सोडियम लवणके जलीय घोलका विद्युत्-विच्छेदन करके कोई भी ओलीफ़िन बनाया जा सकता है।

$$\begin{matrix} H & & \\ | & & \\ R-C- & COO & Na \\ | & & \\ R-C- & COO & Na \\ | & & \\ H & & \end{matrix} \xrightarrow[\text{विच्छेदन}]{\text{विद्युत्-}} \underset{\text{धनोद}}{\begin{matrix} H \\ | \\ R-C \\ \| \\ R-C \\ | \\ H \end{matrix} + 2CO_2} \;\Big|\; \underset{\text{ऋणोद}}{2Na \quad (2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2)}$$

ओलीफ़िन

4. ए[illegible]ल्कोहलका निर्जलीकरण (**dehydration**) करके. एथिल अल्कोहलकी वाष्पको 350°C गर्म अल्युमिना (Al_2O_3) पर प्रवाहित करनेसे एथिलीन प्राप्त होती है। अल्युमिना उत्प्रेरक है।

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-H \xrightarrow[Al_2O_3]{350^\circ C} H-\underset{H}{C}=\underset{H}{C}-H+H_2O$$

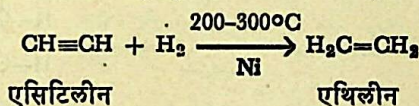
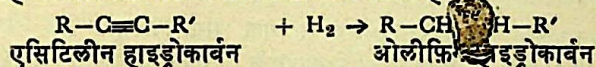
एथिल अल्कोहल — एथिलीन

5. एसिटिलीनके आंशिक हाइड्रोजनीकरण से भी एथिलीन मिलती है।

$$CH\equiv CH + H_2 \xrightarrow[Ni]{200-300^\circ C} H_2C=CH_2$$

एसिटिलीन — एथिलीन

यह भी ओलीफ़िनोंके बनानेकी सामान्य विधि है।

$$R-C\equiv C-R' + H_2 \rightarrow R-CH=CH-R'$$

एसिटिलीन हाइड्रोकार्बन — ओलीफ़िन हाइड्रोकार्बन

[जहां R और R′ हाइड्रोजन परमाणु या कोई एल्किल मूलक हैं]

6. **पेट्रोलियमसे.** पेट्रोलियमके भंजन (cracking) में एथिलीन बहुत बड़ी मात्रा में उपफलकी तरह प्राप्त होती है। अब औद्योगिक पैमाने पर एथिलीन इसी तरह बनती है।

गुण

एथिलीन एक रंगहीन गैस है। इसे सूंघनेसे वेहोशी आने लगती है।

द्विबन्धनके कारण एथिलीन और अन्य ओलीफ़िन पैराफ़िनोंसे अधिक क्रियाशील होते हैं।

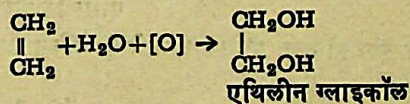
1. **जलना (Burning).** हवा या ऑक्सीजनमें जलाने पर यह धुएंदार दीप्तिमान ज्वाला (smoky luminous flame) के साथ जलती है। [पैराफ़िन दीप्तिहीन ज्वाला देते हैं।]

$$C_2H_4+3O_2 \rightarrow 2CO_2+2H_2O$$

[illegible]फ़िनोंकी तरह यह भी हवा या ऑक्सीजनके साथ विस्फोटक मिश्रण बनाती है।

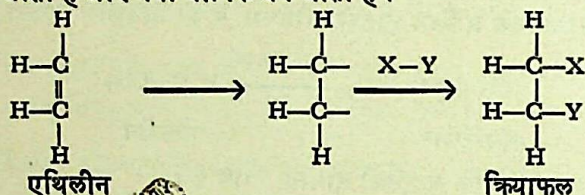
2. **ऑक्सीकरण (Oxidation).** पोटैसियम परमैंगनेटके ठण्डे तनु क्षारीय घोलसे एथिलीन, ग्लाइकॉल (glycol) में ऑक्सीकृत हो जाती है।

$$\begin{matrix}CH_2\\ \|\\ CH_2\end{matrix} + H_2O + [O] \rightarrow \begin{matrix}CH_2OH\\ |\\ CH_2OH\end{matrix}$$

एथिलीन ग्लाइकॉल

परमैंगनेटका घोल अवकृत हो जानेसे रंगहीन हो जाता [illegible]भग सब असन्तृप्त यौगिक यह प्रतिक्रिया देते हैं।

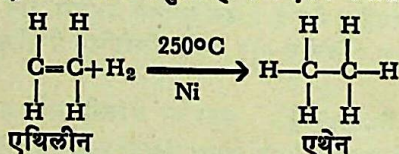
पोटैसियम परमैंगनेटके तनु क्षारीय घोलको बायर का प्रतिकारक (Baeyer's reagent) और इस परीक्षाको बायर का परीक्षण (Baeyer's test) कहते हैं। यह असन्तृप्तिका परीक्षण है।

3. योग-प्रतिक्रियाएं (Addition reactions). एथिलीन जब किसी उपयुक्त प्रतिकारकके सम्पर्कमें आती है तो द्वि-बन्धन टूट जाता है जिससे हर कार्बन परमाणुकी एक संयोजकता स्वतंत्र हो जाती है—ये संयोजकताएं प्रतिकारक द्वारा सन्तुष्ट हो जाती हैं और नया यौगिक बन जाता है।

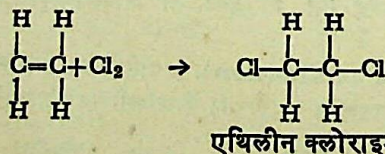
$$\underset{\text{एथिलीन}}{H_2C{=}CH_2} \longrightarrow H_2\dot{C}{-}\dot{C}H_2 \xrightarrow{X-Y} \underset{\text{क्रियाफल}}{H_2C(X){-}CH_2(Y)}$$

यहां x—y कोई [illegible]कारक है जो दो एक संयोजक मूलकों x और y से मिलकर बना है। इस प्रतिक्रियामें प्रतिकारकके अणुका एथिलीन अणुमें योग (addition) हो जाता है और एथिलीनके अणुसे कोई परमाणु विस्थापित नहीं होता—ऐसी प्रतिक्रियाओंको योग प्रतिक्रियाएं कहते हैं और इनसे बने क्रियाफलोंको **युक्त यौगिक** कहते हैं।

एथिलीनकी मुख्य योग प्रतिक्रियाएं नीचे दी जाती हैं :

(*i*) **हाइड्रोजनका योग.** सूक्ष्म वितरित निकिलकी उपस्थितिमें लगभग 250°C ताप पर एथिलीन हाइड्रोजनके साथ संयुक्त हो कर एथेन बनाती है।

$$\underset{\text{एथिलीन}}{H_2C{=}CH_2} + H_2 \xrightarrow[Ni]{250^\circ C} \underset{\text{एथेन}}{H_3C{-}CH_3}$$

यह ओलीफ़िनोंकी सामान्य प्रतिक्रिया है।

(*ii*) **हैलोजनोंका योग.** एथिलीन क्लोरीनके साथ एथिलीन क्लोराइड बनाती है।

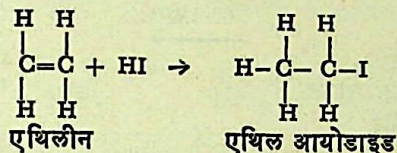
$$H_2C{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow \underset{\text{एथिलीन क्लोराइड}}{Cl{-}CH_2{-}CH_2{-}Cl}$$

ब्रोमीन भी ऐसा ही युक्त यौगिक बनाती है लेकिन आयोडीन ऐसी क्रिया नहीं करती।

एथिलीन हेलाइड तेलिया (oily) द्रव होते हैं। इसी पर रसायनज्ञोंने

एथिलीन [illegible] ओलीफ़ियन्ट गैस (olefiant gas) अर्थात् 'तेल बनानेवाली गैस' रख दिया। इस तरहसे इस सधर्ममालाका नाम ही ओलीफ़िन (olefine) पड़ गया।

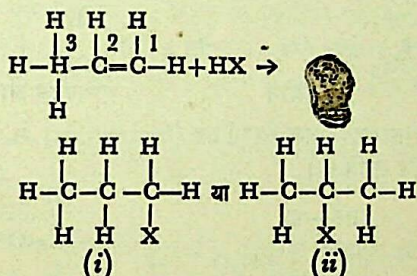
(*iii*) **हैलोजन अम्लोंका योग.** हैलोजन अम्लोंके साथ यह हेलाइड बनाती है। हैलोजन अम्लोंकी क्रियाशीलताका क्रम इस प्रकार है : $HI > HBr > HCl$

$$\begin{array}{c} H\;\;H \\ |\;\;\;| \\ C{=}C \\ |\;\;\;| \\ H\;\;H \end{array} + HI \rightarrow \begin{array}{c} \;\;\;H\;\;\;H \\ \;\;\;|\;\;\;\;| \\ H{-}C{-}C{-}I \\ \;\;\;|\;\;\;\;| \\ \;\;\;H\;\;\;H \end{array}$$

एथिलीन   एथिल आयोडाइड

यदि किसी ओलीफ़िनकी रचना द्विबन्धनके दोनों ओर एक ही सी न हो तो H किस कार्बन परमाणुसे और X किस कार्बन परमाणुसे जुड़ेगा? जैसे प्रोपिलीनमें HX का योग निम्न प्रकार सम्भव है :

$$\begin{array}{c} \;\;\;H\;\;\;\;H\;\;\;\;H \\ \;\;\;|3\;\;\;|2\;\;|1 \\ H{-}H{-}C{=}C{-}H \\ \;\;\;| \\ \;\;\;H \end{array} + HX \rightarrow$$

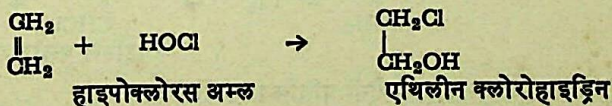
$$\begin{array}{c} \;\;\;H\;\;\;H\;\;\;H \\ \;\;\;|\;\;\;\;|\;\;\;\;| \\ H{-}C{-}C{-}C{-}H \\ \;\;\;|\;\;\;\;|\;\;\;\;| \\ \;\;\;H\;\;\;H\;\;\;X \end{array} \text{ या } \begin{array}{c} \;\;\;H\;\;\;H\;\;\;H \\ \;\;\;|\;\;\;\;|\;\;\;\;| \\ H{-}C{-}C{-}C{-}H \\ \;\;\;|\;\;\;\;|\;\;\;\;| \\ \;\;\;H\;\;\;X\;\;\;H \end{array}$$

(*i*)   (*ii*)

नॉर्मल प्रोपिल हेलाइड   आइसो प्रोपिल हेलाइड

देखा गया है कि (*ii*) रचनावाला यौगिक बनता है। इस प्रकारके बहुत-से उदाहरणोंका अध्ययन करके मार्कोनीकॉफ़ (Markonikoff) ने एक सिद्धान्त बनाया। इसके अनुसार **"योग प्रतिक्रियाओंमें युक्त होनेवाले अणुका विद्युत्-ऋणात्मक भाग (उपर्युक्त उदाहरणमें X) सदा उस कार्बन परमाणुसे जुड़ता है जिस पर सबसे कम हाइड्रोजन परमाणु होते हैं (ऊपरके उदाहरणमें C_2 पर)। इसे मार्कोनीकॉफ़ का सिद्धान्त कहते हैं।**

(*iv*) **हाइपोक्लोरस अम्लका योग.** हाइपोक्लोरस अम्लके जलीय घोलमें एथिलीन प्रवाहित करें तो एथिलीन क्लोरोहाइड्रिन (ethylene chlorohydrin) बनता है।

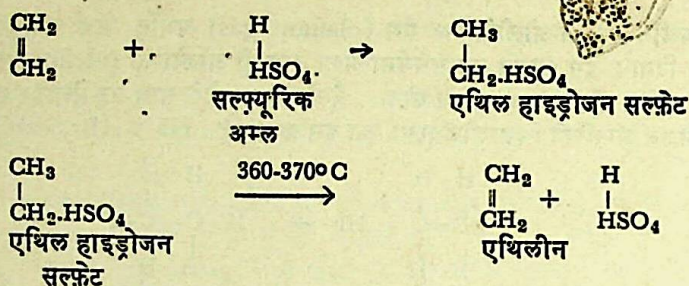
$$\begin{array}{c} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{array} + HOCl \rightarrow \begin{array}{l} CH_2Cl \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

हाइपोक्लोरस अम्ल   एथिलीन क्लोरोहाइड्रिन

(*v*) **सल्फ़्यूरिक अम्लका योग.** एथिलीनको ठण्डे सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लमें प्रवाहित करनेसे एथिल-हाइड्रोजन-सल्फ़ेट बनता है जिसे गर्म करने पर फिर एथिलीन प्राप्त हो जाती है।

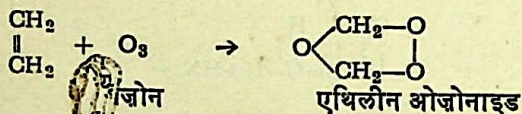
$$CH_2{=}CH_2 + H\text{-}HSO_4 \rightarrow CH_3\text{-}CH_2.HSO_4$$

सल्फ़्यूरिक अम्ल — एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट

$$CH_3\text{-}CH_2.HSO_4 \xrightarrow{360\text{-}370^\circ C} CH_2{=}CH_2 + H\text{-}HSO_4$$

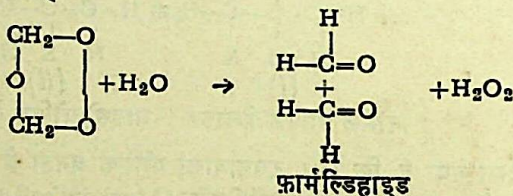
एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट — एथिलीन

सल्फ़्यूरिक अम्लमें अवशोषित होना और फिर निकल आना एथिलीनको पैराफ़िनों से पृथक करनेके काम आता है। अन्य ओलीफ़िन भी ऐसा ही व्यवहार करते हैं।

(*vi*) **ओज़ोनका योग.** एथिलीन ओज़ोनके साथ संयोग करके एथिलीन ओज़ोनाइड बनाती है :

$$CH_2{=}CH_2 + O_3 \rightarrow O\langle^{CH_2-O}_{CH_2-O}$$

ओज़ोन — एथिलीन ओज़ोनाइड

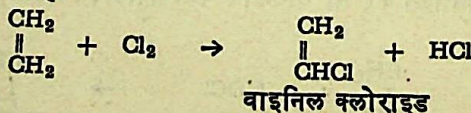
एथिलीन ओज़ोनाइडके जल-विच्छेदन (hydrolysis) से फ़ॉर्मल्डिहाइड और हाइड्रोजन परॉक्साइड बनते हैं।

$$\begin{matrix} CH_2-O \\ | \quad\quad | \\ O \quad\quad | \\ | \quad\quad | \\ CH_2-O \end{matrix} + H_2O \rightarrow H\text{-}\overset{H}{\underset{}{C}}{=}O + H\text{-}\underset{H}{C}{=}O + H_2O_2$$

फ़ार्मल्डिहाइड

एथिलीनमें ओज़ोनका योग और ओज़ोनाइडका जलविच्छेदन—ये दोनों प्रतिक्रियाएं मिलाकर 'ओज़ोनोलिसिस' (ozonolysis) कहलाती हैं। अन्य ओलीफ़िन भी ऐसा ही व्यवहार करते हैं।

4. **प्रतिस्थापन प्रतिक्रिया (Substitution reaction).** एथिलीनको यदि क्लोरीनके साथ 400°C ताप पर गर्म करें तो एक हाइड्रोजन परमाणु क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।

$$CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2{=}CHCl + HCl$$

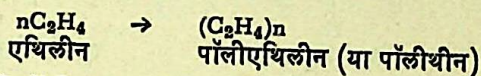
वाइनिल क्लोराइड

अन्य ओलीफ़िन भी ऐसी प्रतिक्रिया करते हैं।

बहुलीकरण (Polymerisation). जब किसी यौगिकके पूरे-पूरे अणु मिलकर एक नया यौगिक बनाते हैं तो बना हुआ यौगिक पहलेवाले यौगिकका बहुलक (polymer) कहलाता है और यह क्रिया बहुलीकरण (polymerisation)

कहला... बहुलीकरण एक योग प्रतिक्रिया है, जिसमें किसी यौगिकके अणुमें उसी यौगिकके अणुका योग होता है। स्पष्ट है कि बहुलकका सरल सूत्र वही होता है जो कि मातृ यौगिकका है।

ऊंचे ताप और अधिक दाबसे एथिलीनका बहुलीकरण हो जाता है। बने हुए बहुलक पॉलीएथिलीन (polyethylene) के अणुमें एथिलीनके अणुओंकी संख्या अज्ञात है।

$$nC_2H_4 \rightarrow (C_2H_4)n$$

एथिलीन → पॉलीएथिलीन (या पॉलीथीन)

बहुलीकरण ओलीफ़िनोंकी महत्त्वपूर्ण क्रिया है।

उपयोग.

1. ठण्डे देशोंमें गोदामोंमें रखे कच्चे फल अपने आप हफ़्तों नहीं पकते। ऐसे गोदामोंकी हवामें थोड़ी-सी भी एथिलीन (5000 आयतनमें 1) छोड़नेसे फल जल्दी पक जाते हैं; अतः एथिलीनका उपयोग कच्चे फलोंको पकानेमें किया जाता है।

2. ऑक्सीजनके साथ मिलाकर इसे जलाने पर ऊंचे तापकी ज्वाला उत्पन्न होती है। इसलिए धातुओंके जोड़ने (welding) में ऑ...-एथिलीन ब्लो-पाइप काम आते हैं।

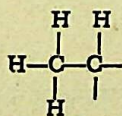
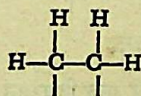
3. एथिलीनसे कई महत्त्वपूर्ण कार्बनिक यौगिक बनाये जाते हैं।

4. एथिलीनसे पॉलीथीन (polythene) बनायी जाती हैं। पॉलीथीन एक महत्त्वपूर्ण प्लास्टिक है।

5. एथिलीनसे क्लोरोहाइड्रिन बनाया जाता है जिसका उपयोग आलुओंके शीघ्र-अंकुरणके लिए किया जाता है। युद्धमें काम आनेवाली प्राणघातक मस्टर्ड गैस भी एथिलीनसे बनायी जाती है।

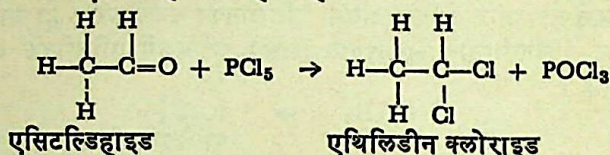
रचना.

1. तात्त्विक विश्लेषण द्वारा तथा वाष्प घनत्व निकालनेकी विधियों द्वारा एथिलीनका अणु-सूत्र C_2H_4 आता है।

2. कार्बनकी संयोजकता चार मानकर C_2H_4 के रचना-सूत्र केवल दो प्रकारसे लिखे जा सकते हैं :

(i) एक ही कार्बन परमाणुकी दो संयोजकताएं स्वतंत्र हैं।

(ii) प्रत्येक कार्बन परमाणुकी एक संयोजकता स्वतंत्र है।

3. हम जानते हैं कि अणु-सूत्र $C_2H_4Cl_2$ दो यौगिकोंको प्रदर्शित करता है। एकको एथिलिडीन क्लोराइड (ethylidene chloride) और दूसरेको एथिलीन

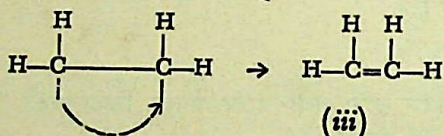
क्लोराइड (ethylene chloride) कहते हैं। पहला यौगिक एसिटल्डिहा... (जिस का रचना-सूत्र निम्नलिखित है), PCl_5 की क्रियासे बनता है और दूसरा यौगिक एथिलीन पर क्लोरीनकी क्रियासे ही प्राप्त होता है।

$$\underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{C}=O} + PCl_5 \rightarrow \underset{\text{एथिलिडीन क्लोराइड}}{H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{Cl}{C}}-Cl} + POCl_3$$

एसिटल्डिहाइडमें एक कार्बन परमाणुसे ऑक्सीजनका एक परमाणु दो संयोजकता बन्धनों द्वारा जुड़ा हुआ है। इसलिए इससे बने एथिलिडीन क्लोराइडमें भी क्लोरीनके दोनों परमाणु एक ही कार्बन परमाणुसे (ऑक्सीजनका विस्थापन करके) जुड़े होंगे अर्थात् एथिलिडीनका रचना-सूत्र $CH_3.CHCl_2$ है—इसलिए एथिलीन क्लोराइडका रचना-सूत्र $CH_2Cl.CH_2Cl$ होगा। यदि (*i*) एथिलीनका सूत्र होता तो क्लोरीनकी क्रियासे एथिलिडीन क्लोराइड बनता किन्तु एथिलीन पर क्लोरीनकी क्रियासे एथिलीन क्लोराइड बनता है—इसलिए सूत्र (*i*) एथिलीनका रचना-सूत्र नहीं हो सकता।

4. सूत्र (*ii*) में कार्बन परमाणुओंकी संयोजकताएं स्वतंत्र अवस्थामें दिखायी गयी हैं। आज तक कोई ऐसा कार्बनिक यौगिक नहीं बनाया जा सका है जिसमें कार्बन की संयोजकताएं स्वतंत्र अवस्थामें हों और वह स्थायी अस्तित्त्व भी रखता हो—इसलिए सूत्र (*ii*) द्वारा भी एथिलीन अणुकी रचना व्यक्त नहीं होती।

5. निम्नलिखित सूत्र (*iii*) में कार्बन परमाणुओंकी स्वतंत्र संयोजकताओंने परस्पर मिलकर एक द्विवन्धन वना दिया है:

$$H-\overset{H}{\underset{|}{C}}\text{———}\overset{H}{\underset{|}{C}}-H \rightarrow H-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-H$$

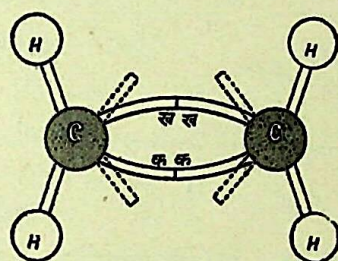
(*iii*)

इस अवस्थामें अणु स्थायी रह सकता है—अतः यही एथिलीनका रचना-सूत्र माना जाता है—एथिलीनकी योग प्रतिक्रियाओंको भी इस सूत्रके आधार पर समझाया जा सकता है।

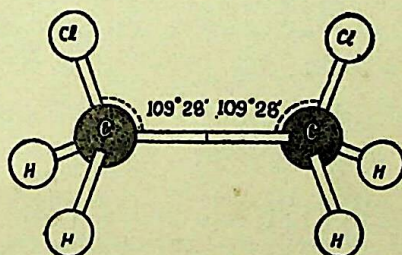
बायर का तनाव सिद्धान्त.

एथिलीनके अणुमें एक द्विबन्धन होता है। द्विबन्धनसे यह न समझना चाहिए कि एथिलीनमें कार्बनके परमाणु एक दूसरेसे दृढ़तासे जुड़े हुए हैं। एथिलीन अनेक पदार्थोंसे संयोग करके ऐसे यौगिक जिनमें केवल एक बन्धन हो बना देती है। इससे सिद्ध होता है कि एथिलीनका द्विवन्धन बहुत अस्थायी है।

समचतुष्फलकीय प्रकृति (देखो पृष्ठ 15) के कारण एक कार्बन परमाणुकी किन्हीं दो संयोजकताओंके बीच 109°28′ का कोण होता है। एथिलीनके एक अणुमें दो कार्बन परमाणु होते हैं और प्रत्येकसे दो हाइड्रोजन परमाणु संयुक्त रहते हैं।

बायर के तनाव सिद्धान्तके अनुसार क, ख संयोजकताएं एक दूसरेसे खींच कर ही मिलती हैं (देखो चित्र 15) जिससे इन बन्धनोंमें एक प्रकारका तनाव आ जाता है।

तनावके कारण ये संयोजकताएं अपनी स्वाभाविक अवस्थामें लौटनेकी प्रवृत्ति रखती हैं। इसलिए जब एथिलीन किसी अन्य पदार्थसे प्रतिक्रिया करती है तो प्रायः द्विबन्धन पर ही सबसे पहले प्रतिक्रिया होती है जिससे वह टूट जाता है और प्रत्येक

चित्र 15

कार्बन परमाणुकी एक संयोजकता स्वतंत्र हो जाती है। ये स्वतंत्र संयोजकताएं मूलकों या परमाणुओंसे संयुक्त हो जाती हैं। इस प्रकार सब संयोजकताओंके बीचका कोण फिरसे 109°28′ हो जाता है। उदाहरणार्थ क्लोरीन और एथिलीनकी प्रतिक्रियासे एथिलीन क्लोराइडका बनना—

चित्र 16

इस प्रकार बायर के सिद्धान्तसे यह स्पष्ट हो जाता है कि द्विबन्धन दुर्बल होता है। द्विबन्धनके अस्थायित्वके कारण ही द्विबन्धनवाले यौगिक अधिक क्रियाशील होते हैं और युक्त यौगिक बनानेका गुण रखते हैं।

ओलीफ़िन श्रेणीके अन्य सदस्य

इस श्रणीके अन्य सदस्य जिनका सामान्य सूत्र C_nH_{2n} है, क्रमानुसार प्रोपीन (C_3H_6), ब्यूटीन (C_4H_8), पेण्टीन (C_5H_{10}), हेक्सीन (C_6H_{12}) इत्यादि हैं। इनके

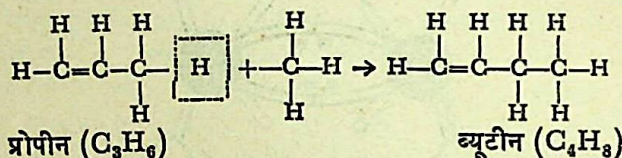
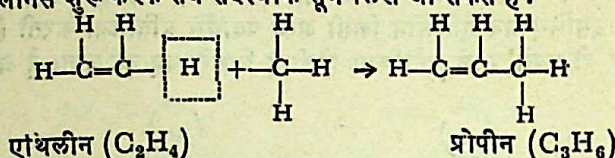
रचना-सूत्र इनसे पहलेवाले सदस्यके सूत्रमें एक H की जगह $(-CH_3)$ मूलक रखनेसे प्राप्त हो जाते हैं।

एथिलीनसे शुरू करके सब सदस्योंके सूत्र लिखे जा सकते हैं :

$$H-\underset{}{\overset{H}{C}}=\overset{H}{C}-\boxed{H} + -\underset{H}{\overset{H}{C}}-H \rightarrow H-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$$

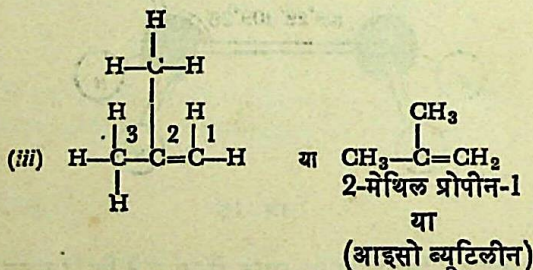
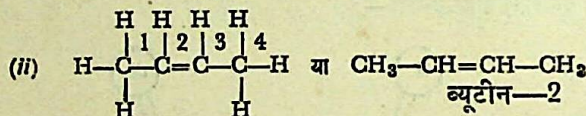
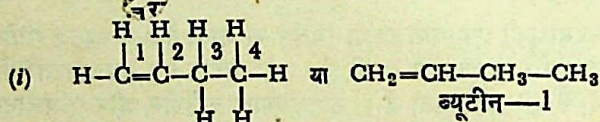
एथिलीन (C_2H_4) प्रोपीन (C_3H_6)

$$H-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\boxed{H} + -\underset{H}{\overset{H}{C}}-H \rightarrow H-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$$

प्रोपीन (C_3H_6) ब्यूटीन (C_4H_8)

ओलीफ़िनोंमें समावयवता. ब्यूटीनके रचना-सूत्र पर विचार करो। यह तीन प्रकारसे लिखा जा सकता है :

(*i*) $H-\overset{H}{\underset{1}{C}}=\overset{H}{\underset{2}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{\underset{3}{C}}}-\underset{H}{\overset{H}{\underset{4}{C}}}-H$ या $CH_2=CH-CH_2-CH_3$
ब्यूटीन—1

(*ii*) $H-\underset{H}{\overset{H}{\underset{1}{C}}}-\overset{H}{\underset{2}{C}}=\overset{H}{\underset{3}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{\underset{4}{C}}}-H$ या $CH_3-CH=CH-CH_3$
ब्यूटीन—2

(*iii*) $H-\underset{H}{\overset{H}{\underset{3}{C}}}-\overset{H-\overset{H}{C}-H}{\underset{2}{C}}=\overset{H}{\underset{1}{C}}-H$ या $CH_3-\overset{CH_3}{C}=CH_2$
2-मेथिल प्रोपीन-1
या
(आइसो ब्यूटिलीन)

इसलिए ब्यूटीनके तीन समावयवी सम्भव हैं। इन तीनों सूत्रोंके यौगिक प्राप्य भी हैं। इसी प्रकार पेण्टीनके पांच समावयवी हैं। शृंखलामें जैसे-जैसे कार्बन परमाणुओंकी संख्या बढ़ती है, समावयवियोंकी संख्या भी अधिक होती जाती है। इनका नामकरण जिनेवा-प्रणालीके अनुसार आसानीसे किया जा सकता है।

जिनेवा प्रणालीमें सबसे लम्बी सीधी शृंखलामें लगे कार्बन परमाणुओंकी संख्याके अनुसार यौगिकका नामकरण करते हैं। जैसे (*iii*) में तीन कार्बन परमाणु एक शृंखलामें हैं तो यह प्रोपीनका व्युत्पन्न हुआ। इसमें जिस ओरसे द्विबन्धन सबसे निकट

पड़ता है उस तरफ़से कार्बन परमाणुओं पर क्रमानुसार 1,2,3...संख्याएं लिख लो। हम देखते हैं कि दूसरे कार्बन परमाणु पर एक मेथिल मूलक लगा है और पहले कार्बन परमाणुके बाद ही द्विबन्धन है, इसलिए इसका नाम—2-मेथिल प्रोपीन-1 रखते हैं।

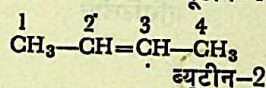
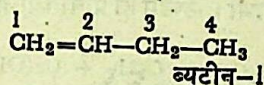
ऊपर दिये हुए उदाहरणोंसे स्पष्ट है कि ओलीफ़िनोंमें समावयवता दो कारणोंसे पायी जाती है :

(*i*) द्विबन्धनकी स्थिति (position) के कारण

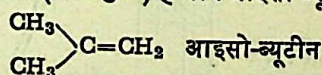
(*ii*) कार्बन शृंखलाकी भिन्नताके कारण

द्विबन्धनकी स्थितिके कारण उत्पन्न समावयवताका उदाहरण ब्यूटीन–1 और ब्यूटीन–2 से मिलता है।

$$\overset{1}{CH_2}=\overset{2}{CH}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_3}$$
ब्यूटीन–1

$$\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{CH}=\overset{3}{CH}-\overset{4}{CH_3}$$
ब्यूटीन–2

कार्बन शृंखलामें द्विबन्धन या किसी अन्य लाक्षणिक [illegible]क (functional group) की स्थितिकी भिन्नताके कारण होनेवाली समावयवताको **स्थितिसमावयवता (position-isomerism)** कहते हैं।

दूसरे कारणसे उत्पन्न समावयवताका उदाहरण ब्यूटीन–1 या ब्यूटीन–2 और आइसो ब्यूटिलीन (2–methyl propene–1) है। ब्यूटीन–1 या ब्यूटीन–2 में कार्बन परमाणुओंकी शृंखला सरल (straight) है और आइसो-ब्यूटिलीनमें शाखा युक्त है—

$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\Big\rangle C=CH_2$$
आइसो-ब्यूटीन

इस प्रकारकी समावयवताको जो कार्बन शृंखलाकी भिन्नताके कारण उत्पन्न होती है—**शृंखला समावयवता (chain isomerism)** या nuclear isomerism कहते हैं।

ओलीफ़िनोंके बनानेकी सामान्य विधियां और उनके गुण एथिलीनके सदृश ही हैं।

एसिटिलीन हाइड्रोकार्बन
(Acetylene Hydrocarbons)

एसिटिलीन हाइड्रोकार्बन भी असन्तृप्त होते हैं। इनमें त्रिबन्धन होता है। इनकी सधर्ममालाका सामान्य सूत्र C_nH_{2n-2} है, जहां $n=2,3,4$...आदि। इस सधर्ममालाके कुछ सदस्य निम्नलिखित हैं :

सूत्र	साधारण नाम	जिनेवा नाम
$HC\equiv CH$	एसिटिलीन	एथाइन
$HC\equiv C-CH_3$	मेथिल एसिटिलीन	प्रोपाइन
$HC\equiv C-CH_2-CH_3$	एथिल एसिटिलीन	ब्यूटाइन

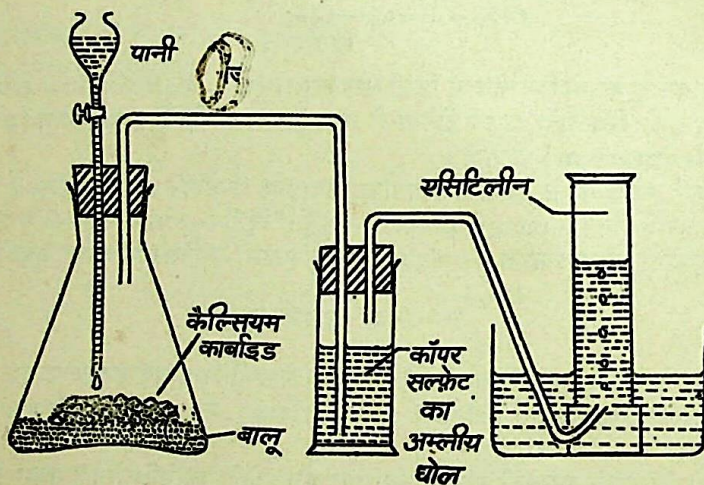
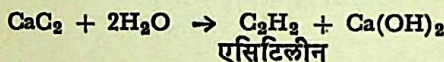
एसिटिलीन (Acetylene)

युक्ति सूत्र : CH ⋮ CH   रचना-सूत्र : HC≡CH

एसिटिलीन, त्रिबन्धनवाले हाइड्रोकार्बनोंकी सधर्ममालाका पहला सदस्य है। बहुत क्रियाशील होनेके कारण यह प्रकृतिमें स्वतंत्र रूपसे नहीं पाया जाता।

बनानेकी विधियां.

1. कैल्सियम कार्बाइड (CaC_2) पर पानीकी क्रियासे (प्रयोगशाला विधि). एक बुक्नर फ़्लास्कमें थोड़ी-सी बालू लेकर उस पर कैल्सियम कार्बाइड रखो। बिन्दु कीप द्वारा बूंद-बूंद करके पानी गिराओ। ठण्डेमें ही प्रतिक्रिया होती है और एसिटिलीन गैस निकलती है।

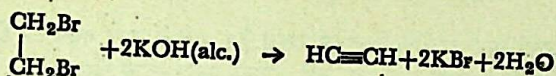
$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow \underset{\text{एसिटिलीन}}{C_2H_2} + Ca(OH)_2$$

चित्र 17. कैल्सियम कार्बाइडसे एसिटिलीन बनाना।

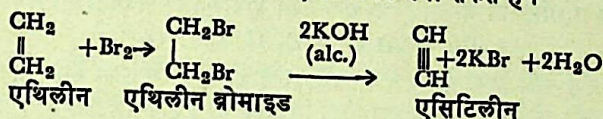
इसे एक धावन-बोतल (wash bottle) में रखे कॉपर सल्फ़ेटके अम्लीय घोलमें से प्रवाहित करके NH_3, PH_3, AsH_3, H_2S आदि अशुद्धियां* दूर कर लो। अब इसे पानीके स्थानान्तरण द्वारा एकत्रित कर लो।

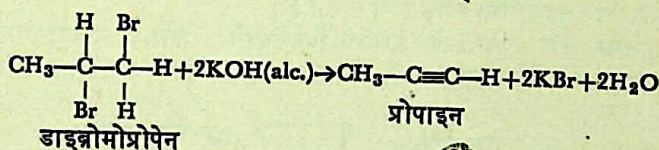
2. एथिलीन ब्रोमाइड पर अल्कोहलीय कास्टिक पोटाशकी क्रियासे. एथिलीन ब्रोमाइडको अल्कोहलीय कास्टिक पोटाशके साथ गर्म करने पर एसिटिलीन बनती है।

---

* कैल्सियम कार्बाइडमें कैल्सियमके नाइट्राइड, फ़ॉस्फ़ाइड, आर्सेनाइड सल्फ़ाइड आदि अशुद्धियां रहती हैं। अतः एसिटिलीनके साथ NH_3, PH_3, AsH_3, H_2S आदि अशुद्धियां भी निकलती हैं।

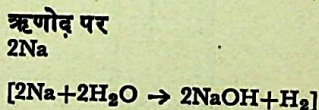
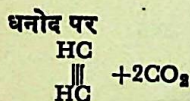
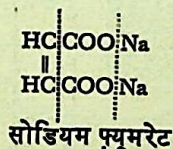
$$\begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2Br \end{matrix} + 2KOH(alc.) \rightarrow HC{\equiv}CH + 2KBr + 2H_2O$$

टिप्पणी. इस विधिसे एथिलीनसे एसिटिलीन बना सकते हैं।

$$\underset{\text{एथिलीन}}{\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix}} + Br_2 \rightarrow \underset{\text{एथिलीन ब्रोमाइड}}{\begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2Br \end{matrix}} \xrightarrow[\text{(alc.)}]{2KOH} \underset{\text{एसिटिलीन}}{\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix}} + 2KBr + 2H_2O$$

पैराफ़िनोंके डाइहैलोजन यौगिकोंको अल्कोहलिक कास्टिक पोटाशके साथ गर्म करके एसिटिलीन श्रेणीके अन्य सदस्य बनाये जा सकते हैं।

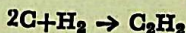
$$\underset{\text{डाइब्रोमोप्रोपेन}}{CH_3{-}\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{Br}{|}}{C}}{-}\overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}{-}H} + 2KOH(alc.) \rightarrow \underset{\text{प्रोपाइन}}{CH_3{-}C{\equiv}C{-}H} + 2KBr + 2H_2O$$

3. **फ़्यूमरिक अम्लके सोडियम या पोटैसियम लवणके विद्युत्-विच्छेदनसे.** सोडियम फ़्यूमरेटके जलीय घोलका विद्युत्-विच्छेदन करने पर धनोद पर एसिटिलीन निकलती है।

$$\begin{matrix} HC & COO & Na \\ \| & & \\ HC & COO & Na \end{matrix}$$

सोडियम फ़्यूमरेट

धनोद पर	ऋणोद पर
$\begin{matrix} HC \\ ||| \\ HC \end{matrix} + 2CO_2$	$2Na$ $[2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2]$

एसिटिलीन और CO_2 के मिश्रणको कास्टिक सोडाके घोलमें प्रवाहित करनेसे CO_2 उसमें अवशोषित हो जाती है और शुद्ध एसिटिलीन प्राप्त होती है।

4. **कार्बन और हाइड्रोजनके संश्लेषणसे.** हाइड्रोजन भरे बर्तनमें कार्बन विद्युतोदोंके बीच विद्युत्-चाप उत्पन्न करनेसे थोड़ी एसिटिलीन बनती है। इसमें मेथेन और एथिलीन भी मिली रहती हैं।

$$2C + H_2 \rightarrow C_2H_2$$

एसिटिलीनका कल्पन (Manufacture).

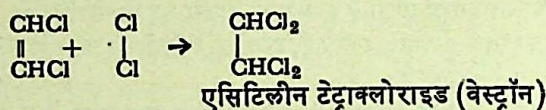
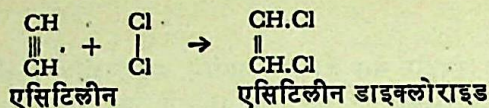
1. **कैल्सियम कार्बाइडसे.** एसिटिलीनको बड़ी मात्रामें कैल्सियम कार्बाइडसे ही बनाते हैं।

इसमें काम आनेवाला संयंत्र (plant) चित्र 18 के अनुसार होता है।

$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + \begin{matrix} Cl \\ | \\ Cl \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH.Cl \\ || \\ CH.Cl \end{matrix}$$

एसिटिलीन   एसिटिलीन डाइक्लोराइड

$$\begin{matrix} CHCl \\ || \\ CHCl \end{matrix} + \begin{matrix} Cl \\ | \\ Cl \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CHCl_2 \\ | \\ CHCl_2 \end{matrix}$$

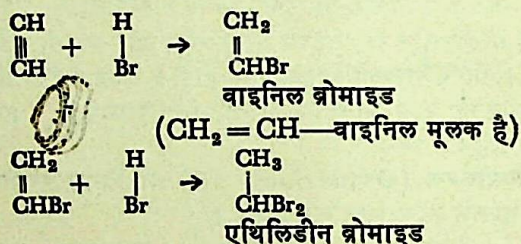
एसिटिलीन टेट्राक्लोराइड (वेस्ट्रॉन)

(*iii*) **हैलोजन-अम्लोंका योग.** एसिटिलीनके साथ हैलोजन-अम्लोंकी क्रियाशीलताका क्रम इस प्रकार है—$HI > HBr > HCl$। प्रकाशकी उपस्थितिमें क्रिया तेज़ीसे होती है।

$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + \begin{matrix} H \\ | \\ Br \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH_2 \\ || \\ CHBr \end{matrix}$$

वाइनिल ब्रोमाइड

($CH_2 = CH$—वाइनिल मूलक है)

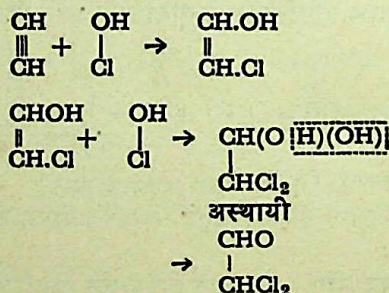
$$\begin{matrix} CH_2 \\ || \\ CHBr \end{matrix} + \begin{matrix} H \\ | \\ Br \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CHBr_2 \end{matrix}$$

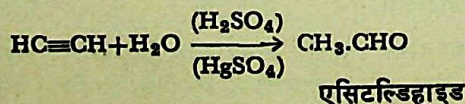
एथिलिडीन ब्रोमाइड

(*iv*) **हाइपोक्लोरस अम्लका योग.** हाइपोक्लोरस अम्लमें ($HOCl$) का OH एक कार्बन परमाणु पर और Cl दूसरे कार्बन परमाणु पर जाता है।

$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + \begin{matrix} OH \\ | \\ Cl \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH.OH \\ || \\ CH.Cl \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} CHOH \\ || \\ CH.Cl \end{matrix} + \begin{matrix} OH \\ | \\ Cl \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH(O\,\boxed{H)(OH)} \\ | \\ CHCl_2 \end{matrix}$$

अस्थायी

$$\rightarrow \begin{matrix} CHO \\ | \\ CHCl_2 \end{matrix}$$

(*v*) **पानीका योग.** यदि मर्क्यूरिक सल्फ़ेटके जलीय घोलको सल्फ़्यूरिक अम्ल डालकर अम्लीय कर दें और फिर इस घोलमें एसिटिलीन प्रवाहित करें तो एसिटिलीन में एक अणु पानीका योग हो जाता है और एसिटल्डिहाइड बनता है।

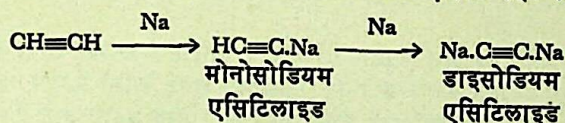
$$HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow[(HgSO_4)]{(H_2SO_4)} CH_3.CHO$$

एसिटल्डिहाइड

एसिटल्डिहाइड बहुत उपयोगी यौगिक है और एसिटिलीनसे व्यापारिक मात्रामें बनाया भी जाता है। इसलिए यह क्रिया बड़ा महत्त्व रखती है।

4. **प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाएं (Substitution reactions).**

एसिटिलीन और इसके वे सब सधर्मी जिनमें त्रिबन्धनसे जुड़े हुए कार्बन परमाणुओंमें से किसीसे हाइड्रोजन युक्त रहती है अर्थात् जिनमें $\equiv CH$ भाग रहता है, विभिन्न दशाओंमें धातुई प्रतिस्थापन यौगिक बनाते हैं। जैसे सोडियम, सिल्वर, कॉपर आदि विशेष दशाओंमें एसिटिलीनके एक या दोनों हाइड्रोजन परमाणुओंको प्रतिस्थापित कर देती हैं। इस प्रकार बने यौगिकोंको एसिटिलाइड कहते हैं।

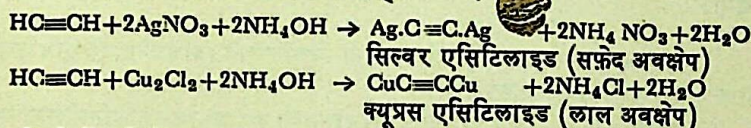
$$CH\equiv CH \xrightarrow{Na} HC\equiv C.Na \xrightarrow{Na} Na.C\equiv C.Na$$

मोनोसोडियम एसिटिलाइड — डाइसोडियम एसिटिलाइड

इसी प्रकार सिल्वर नाइट्रेट या क्यूप्रस क्लोराइडके अमोनियाकल (ammoniacal) घोलसे एसिटिलाइडोंके अवक्षेप बनते हैं।

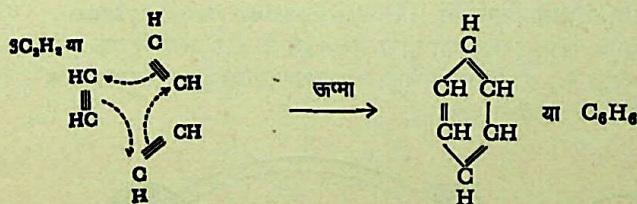
$$HC\equiv CH + 2AgNO_3 + 2NH_4OH \rightarrow Ag.C\equiv C.Ag + 2NH_4NO_3 + 2H_2O$$

सिल्वर एसिटिलाइड (सफ़ेद अवक्षेप)

$$HC\equiv CH + Cu_2Cl_2 + 2NH_4OH \rightarrow CuC\equiv CCu + 2NH_4Cl + 2H_2O$$

क्यूप्रस एसिटिलाइड (लाल अवक्षेप)

ये दोनों एसिटिलाइड शुष्क अवस्थामें अत्यन्त विस्फोटक होते हैं। तनु अम्लों या पोटैसियम सायनाइडकी क्रियासे ये फिरसे एसिटिलीन बना देते हैं। एसिटिलाइडों के इस गुणका उपयोग एसिटिलीनको गैसीय मिश्रणसे अलग करनेके लिए किया जाता है।

5. **बहुलीकरण (Polymerisation).** एसिटिलीनको लाल गर्म (red hot). नली में से प्रवाहित करनेसे इसके तीन अणु परस्पर मिलकर बेंज़ीन (एक चाक्रिक यौगिक) का एक अणु बना देते हैं।

$$3C_2H_2 \text{ या } \begin{matrix} HC\equiv CH \\ HC\equiv CH \\ HC\equiv CH \end{matrix} \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \text{CH}_6\text{ वलय (बेंज़ीन) या } C_6H_6$$

एसिटिलीनके तीन अणु — बेंज़ीनका एक अणु

उपयोग.

1. खोमचेवाले प्रायः डिब्बेमें लगी लम्बी नलीवाली कार्बाइड लैम्प जलाते हैं।

इसमें कैल्सियम कार्बाइड और पानीके संयोगसे एसिटिलीन बनती है जो नलीके मुंह पर जलती है।

2. इसे ऑक्सी-एसिटिलीन ब्लोपाइपमें ऑक्सीजनके साथ मिलाकर जलाते हैं।

3. एसिटिलीनसे कई उपयोगी कार्बनिक यौगिक जैसे एसिटल्डिहाइड, एसिटिक अम्ल, एथिल अल्कोहल, एथिल एसिटेट बनाये जाते हैं।

4. शुद्ध एसिटिलीनका नार्सिलीन (narcylene) के नामसे निश्चेतकके रूपमें उपयोग किया जाता है।

5. इससे निओप्रीन नामक उपयोगी रबर बनाया जाता है।

6. इससे लेविसाइट (lewisite) नामक एक विषैली गैस बनायी जाती है जो युद्ध में इस्तेमाल की जाती है।

7. एसिटिलीनसे विन्यान (vinyan) नामक प्लास्टिक बनायी जाती है जिसके बारीक़ डोरे बनाकर कपड़े बनाये जाते हैं। विन्यानके कपड़े रेशमी मालूम पड़ते हैं।

8. एसिटिलीन और क्लोरीनकी प्रतिक्रियासे कई घोलक बनाये जाते हैं। जैसे—वेस्ट्रॉन (टेट्रा क्लोरो एथेन) और वेस्ट्रोसोल (ट्राइक्लोरो एथिलीन)।

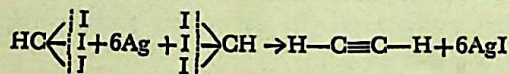
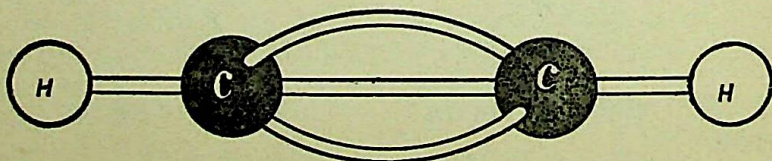
रचना.

1. तात्त्विक विश्लेषण और वाष्प घनत्व निकालनेकी विधियों द्वारा एसिटिलीन का अणु-सूत्र C_2H_2 आ जाता है।

2. कार्बनकी संयोजकता चार और हाइड्रोजनकी एक मानकर एसिटिलीनका सिर्फ़ एक ही रचना-सूत्र लिखा जा सकता है।

$$H-C\equiv C-H$$

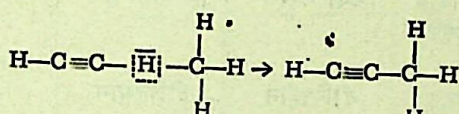
3. एसिटिलीनके इस सूत्रकी पुष्टि एसिटिलीनको आयोडोफ़ॉर्म और सिल्वरकी क्रियासे बनाने पर होती है।

$$HC\begin{cases}I\\I\\I\end{cases}+6Ag+\begin{matrix}I\\I\\I\end{matrix}\Big\rangle CH \rightarrow H-C\equiv C-H+6AgI$$

एसिटिलीनमें असन्तृप्ति (Unsaturation in acetylene). एसिटिलीन में दो कार्बन परमाणु त्रिबन्धन द्वारा जुड़े रहते हैं और प्रत्येकसे एक हाइड्रोजन परमाणु संयुक्त रहता है। कार्बन परमाणुकी चतुष्फलकीय प्रकृतिके अनुसार एसिटिलीनके अणु का चित्र निम्न प्रकारका होगा :

चित्र 19. एसिटिलीनके अणुका चित्र।

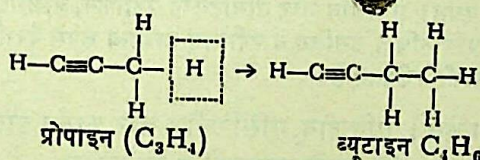
बायर के सिद्धान्त के अनुसार एसिटिलीनके कार्बन बन्धनोंमें एथिलीनसे भी अधिक तनाव होता है। इस कारण एसिटिलीन, एथिलीनसे भी अधिक क्रियाशील है और युक्त यौगिक बनाती है।

एसिटिलीन श्रेणीके अन्य सदस्य

एसिटिलीन श्रेणीके अन्य सदस्योंके रचना-सूत्र अपनेसे पहले सदस्यके सूत्रमें एक H को ($-CH_3$) मूलक द्वारा प्रतिस्थापित करके लिखे जा सकते हैं।

$$H-C\equiv C-\boxed{H}\;-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H \rightarrow H-C\equiv C-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$$

एसिटिलीन (C_2H_2) मेथिल मूलक प्रोपाइन (C_3H_4)

$$H-C\equiv C-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\boxed{H} \rightarrow H-C\equiv C-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$$

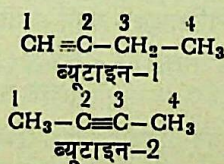
प्रोपाइन (C_3H_4) ब्यूटाइन C_4H_6

एसिटिलीनोंमें समावयवता.

एसिटिलीन (एथाइन) और प्रोपाइनमें से प्रत्येकका एक ही रचना-सूत्र सम्भव है, इसलिए इनके समावयवी नहीं हैं। ब्यूटाइनके दो रचना-सूत्र सम्भव हैं और इसके दो समावयवी होते हैं :

$$\overset{1}{CH}\equiv\overset{2}{C}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_3}$$

ब्यूटाइन–1

$$\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_3}$$

ब्यूटाइन–2

इसी तरह अन्य सदस्योंके भी समावयवी होते हैं। जैसे-जैसे कार्बन परमाणुओं की श्रृंखला लम्बी होती जाती है, समावयवियोंकी संख्या भी बढ़ती जाती है।

ओलीफ़िनोंके समान एसिटिलीनोंमें भी समावयवताके निम्नलिखित कारण हैं : (*i*) कार्बन श्रृंखलाकी भिन्नता (*ii*) त्रिबन्धनकी स्थिति।

मेथेन (या एथेन), एथिलीन और एसिटिलीनकी एक दूसरेसे पहचान

परीक्षण	मेथेन (या एथेन)	एथिलीन	एसिटिलीन
1. क्यूप्रस क्लोराइडके अमोनियाकल घोलमें प्रवाहित करने पर।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।	क्यूप्रस एसिटिलाइड (Cu_2C_2) का लाल अवक्षेप।
2. पोटैसियम परमैंगनेटके तनु, क्षारीय घोलमें प्रवाहित करने पर।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।	घोल रंगहीन हो जाता है।	घोल रंगहीन हो जाता है।
3. जलाने पर।	दीप्तिहीन ज्वाला।	दीप्तिमान ज्वाला।	अत्यन्त दीप्तिमान ज्वाला।

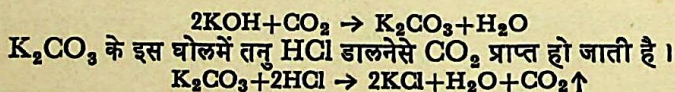
मेथेन (या एथेन), एथिलीन और एसिटिलीन पैराफ़िन, ओलीफ़िन, और एसिटिलीन श्रेणियोंके प्रतिनिधि हैं, इसलिए ये परीक्षाएं सामान्य रूपसे पैराफ़िनों, ओलीफ़िनों और एसिटिलीनोंकी परीक्षाएं हैं।

मेथेन (या एथेन), एथिलीन, एसिटिलीन और कार्बन डाइऑक्साइडके मिश्रणसे प्रत्येकको पृथक करना

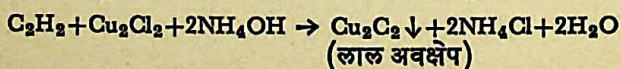
1. मिश्रणको कास्टिक पोटाशके सान्द्र घोलमें प्रवाहित करो। कार्बन डाइऑक्साइड घोलमें अवशोषित हो जाती है।

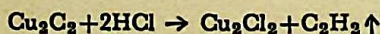
$$2KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

K_2CO_3 के इस घोलमें तनु HCl डालनेसे CO_2 प्राप्त हो जाती है।

$$K_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

2. शेष गैसीय मिश्रणको क्यूप्रस क्लोराइडके अमोनियाकल घोलमें प्रवाहित करो। एसिटिलीन क्यूप्रस एसिटिलाइडके रूपमें अवक्षेपित हो जाती है।

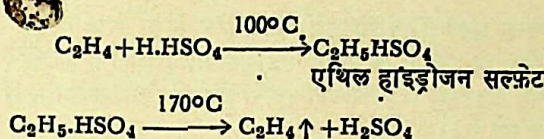
$$C_2H_2 + Cu_2Cl_2 + 2NH_4OH \rightarrow Cu_2C_2\downarrow + 2NH_4Cl + 2H_2O$$

(लाल अवक्षेप)

Cu_2C_2 के अवक्षेप पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी क्रियासे एसिटिलीन प्राप्त हो जाती है।

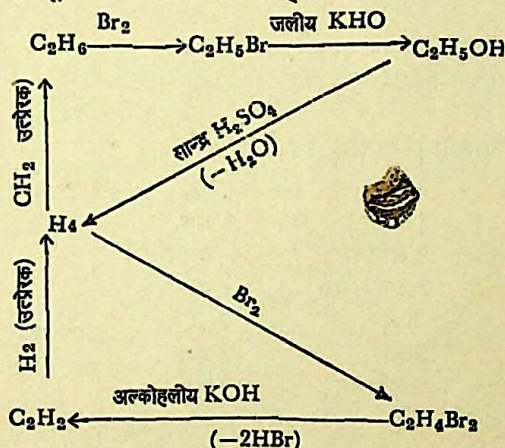
$$Cu_2C_2 + 2HCl \rightarrow Cu_2Cl_2 + C_2H_2\uparrow$$

3. शेष मिश्रणको सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लमें प्रवाहित करो। एथिलीन, सल्फ़्यूरिक अम्लमें घुलकर एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट बना देती है। इसको गर्म करने पर पुनः एथिलीन प्राप्त हो जाती है।

$$C_2H_4 + H.HSO_4 \xrightarrow{100^\circ C} C_2H_5HSO_4$$

एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट

$$C_2H_5.HSO_4 \xrightarrow{170^\circ C} C_2H_4 \uparrow + H_2SO_4$$

4. शेष गैस मेथेन या एथेन होती है।

एथेन, एथिलीन और एसिटिलीनका एक दूसरेमें परिवर्तन

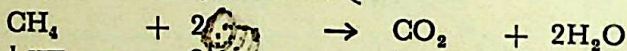
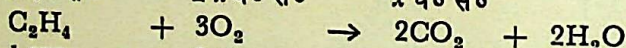
एथेन, एथिलीन और एसिटिलीनको चित्रमें दिखायी गयी रासायनिक प्रतिक्रियाओं द्वारा एक दूसरेमें बदला जा सकता है।

गैसीय मिश्रणकी अवयव रचना ज्ञात करना (Eudiometry). किसी गैसीय मिश्रणकी अवयव-रचना ज्ञात करनेके लिए, इसके ज्ञात आयतनको ऑक्सीजनके आधिक्य (ज्ञात आयतन) के साथ मिलाकर एक यूडिओमीटरमें विस्फोटित करते हैं। इससे मिश्रणमें उपस्थित भिन्न-भिन्न हाइड्रोकार्बन और CO आदि ऑक्सीकृत होकर CO_2 व पानी बनाते हैं और कुछ ऑक्सीजन बच रहती है। विस्फोटके बाद मिले गैसीय मिश्रणको ठण्डा करके आयतन नाप लेते हैं और उसे कास्टिक पोटाशके घोलकी ज्ञात मात्रामें प्रवाहित करते हैं जिससे CO_2 उसमें अवशोषित हो जाती है। आयतन की कमी ज्ञात करनेसे बनी हुई CO_2 की मात्रा ज्ञात हो जाती है। शेष गैसीय मिश्रण को क्षारीय पाइरोगैलालमें प्रवाहित करके मिश्रणमें उपस्थित शेष ऑक्सीजनको अवशोषित कर लिया जाता है। दहनमें जो पानीकी वाष्प बनती है उसका आयतन गैसों को ठण्डा करने पर बहुत कम हो जाता है (द्रवित हो जानेके कारण), इसलिए इसको गणनामें उपेक्ष्य (negligible) माना जाता है। निम्न उदाहरणसे किसी गैसीय मिश्रणकी अवयव-रचना ज्ञात करना आसानीसे समझा जा सकता है :

उदाहरण. मेथेन और एथिलीनके 9 घ० से० मिश्रणको ऑक्सीजनके 30 घ०

से० के साथ एक यूडिओमीटरमें विस्फोटित किया गया। ठंडा होने पर आयतन 21 घ० से० हो गया। कास्टिक पोटाशके सान्द्र घोलमें प्रवाहित करने पर आयतन 7 घ० से० रह गया। मिश्रणकी रचना ज्ञात करो जबकि सब आयतन एक ही ताप पर लिये गये हैं।

मान लो मिश्रणमें मेथेनका आयतन $= x$ घ० से०
इसलिए एथिलीनका आयतन $= (9 - x)$ घ० से०
ऑक्सीजनका कुल आयतन $= 30$ घ० से०

विस्फोटके बाद मिश्रण (अर्थात् कार्बन डाइऑक्साइड व शेष ऑक्सीजन) का आयतन $= 21$ घ० से०
कास्टिक पोटाशकी क्रियाके पश्चात् आयतन $= 7$ घ० से०
अतः अवशोषित हुई CO_2 का आयतन $= (21 - 7)$
$= 14$ घ० से०

दहनकी प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं :

CH_4	$+ 2O_2$	$\rightarrow$	CO_2	$+ 2H_2O$
1 अणु	2 अणु		1 अणु	
1 आयतन	2 आयतन		1 आयतन	
x घ० से०	$2x$ घ० से०		x घ० से०	
C_2H_4	$+ 3O_2$	$\rightarrow$	$2CO_2$	$+ 2H_2O$
1 अणु	3 अणु		2 अणु	
1 आयतन	3 आयतन		2 आयतन	
$(9-x)$ घ० से०	$3(9-x)$ घ०से०		$2(9-x)$ घ० से०	

इन समीकरणोंके अनुसार उत्पन्न हुई CO_2 का कुल आयतन $= x + 2(9 - x)$ घ० से०

इसलिए, $x + 2(9 - x) = 14$
या, $x + 18 - 2x = 14$
$\therefore \quad x = 4$
अतः मिश्रणमें मेथेन $= 4$ घ० से०
और एथिलीन $= 9 - 4 = 5$ घ० से०

प्रश्न

1. कार्बनिक यौगिकोंमें असन्तृप्ति (unsaturation) से क्या समझते हो? असन्तृप्त यौगिकोंके कुछ विशेष गुणोंका उदाहरण सहित वर्णन करो। किसी सन्तृप्त यौगिकको असन्तृप्त यौगिकमें बदलनेके लिए कोई दो सामान्य विधियां दो।

2. सन्तृप्त और असन्तृप्त यौगिकों पर एक संक्षिप्त नोट लिखो।

3. प्रतिस्थापन और योग क्रियाओंकी परिभाषा लिखो और उन्हें सन्तृप्त और असन्तृप्त यौगिकोंकी क्रियाओंके आधार पर समझाओ। युक्त यौगिकसे क्या समझते हो?
(उ० प्र० 1956)

4. प्रयोगशालामें एथिलीन कैसे बनायी जाती है? प्रयोगात्मक विवरण लिखो और उपकरणका स्वच्छ चित्र बनाओ। एथिलीनको (क) एथेन (ख) एसिटिलीन (ग) एथिल अल्कोहल (घ) एथिल ब्रोमाइडमें कैसे परिवर्तित किया जाता है?

(उ० प्र० 1955, 1960)

5. मेथेन और एथिलीनमें कैसे भेद करोगे? प्रतिक्रियाओंके सूत्र लिखो।

6. एथिलीन और एसिटिलीनके गुणोंकी तुलना करो। (उ० प्र० 1960)

7. उन तीन हाइड्रोकार्बनोंके नाम और रचना-सूत्र लिखो जिनके एक अणुमें दो कार्बन परमाणु हों। इनमें से किसी एक हाइड्रोकार्बनको प्रयोगशालामें बनानेकी विधिका वर्णन करो और दिखलाओ कि इस हाइड्रोकार्बन पर (क) ब्रोमीन (ख) हाइड्रियॉडिक अम्ल (ग) क्यूप्रस क्लोराइडके अमोनियाकल घोलकी क्या क्रिया होती है?

8. रासायनिक प्रतिक्रियाओं द्वारा एथेन, एथिलीन और एसिटिलीनमें कैसे भेद करोगे? इनमें से किसी एक हाइड्रोकार्बनको प्रयोगशालामें बनानेका वर्णन करो।

(उ० प्र० 1947, 1961)

9. असन्तृप्त हाइड्रोकार्बनसे क्या तात्पर्य है? एसिटिलीन कैसे बनायी जाती है? इसके मुख्य गुण तथा उपयोग बताओ। (उ० प्र० 1953)

10. एसिटिलीनको एसिटिक अम्लमें कैसे परिवर्तित करोगे? (उ० प्र० 1952)

11. एसिटिलीनको लाल-गर्म-नलीमें प्रवाहित करने पर क्या होता है?

12. किस प्रकार दिखाओगे कि एसिटिलीन एक असन्तृप्त यौगिक है? इससे (क) एसिटल्डिहाइड (ख) बेंज़ीन (ग) कॉपर एसिटिलाइड कैसे प्राप्त करोगे?

13. निम्नलिखित कथनको शुद्ध करो:

एथिल अल्कोहल पर सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रियासे एसिटिलीन प्राप्त होती है।

14. निम्नलिखित यौगिकोंके रचना-सूत्र लिखो:

(*i*) 3, 4—डाइमेथिल हेक्सेन (*ii*) 2, 5, 7—ट्राइमेथिल ऑक्टेन

(*iii*) 2, 7—डाइमेथिल ऑक्टीन—4

(*iv*) 4—मेथिल पेण्टाइन—2

15. हाइड्रोकार्बनोंके बनानेकी विद्युतीय विधिका वर्णन करो।

16. एथिलीनसे एसिटिलीन और एसिटिलीनसे एथिलीन कैसे बनाओगे? एथेनॉलसे एथिलीन और एथिलीनसे एथेनॉल कैसे बनाओगे?

17. एथिलीन पर हाइपोक्लोरस अम्लकी क्या क्रिया होती है?

(उ० प्र० 1961)

18. एसिटिलीन पर सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्या क्रिया होती है?

(उ० प्र० 1958)

19. अमोनियाकल सिल्वर नाइट्रेटके घोलमें एसिटिलीन प्रवाहित करने पर क्या होता है? (उ० प्र० 1961)

6

पैराफ़िनोंके हैलोजन व्युत्पन्न

(Halogen Derivatives of Paraffins)

किसी पैराफ़िनके एक या अधिक हाइड्रोजन परमाणुओंको उतने ही हैलोजन परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापित कर देनेसे उस पैराफ़िनके हैलोजन व्युत्पन्न बनते हैं। एक हैलोजन परमाणुसे मोनो हैलोजन व्युत्पन्न और दोसे डाइहैलोजन व्युत्पन्न बनते हैं। इसी प्रकार ट्राइ (तीन), टेट्रा (चार), पेण्टा (पांच)......हैलोजन व्युत्पन्न बनते हैं। मेथेन (CH_4) के चार क्लोरो व्युत्पन्न हैं।

1. CH_3Cl मोनो क्लोरो मेथेन या मेथिल क्लोराइड
2. CH_2Cl_2 डाइ-क्लोरो मेथेन या मेथिलीन क्लोराइड
3. $CHCl_3$ ट्राइ-क्लोरो मेथेन या क्लोरोफ़ॉर्म
4. CCl_4 ट्रेटा-क्लोरो मेथेन या कार्बन ट्रेटा क्लोराइड

मोनो हैलोजन व्युत्पन्न

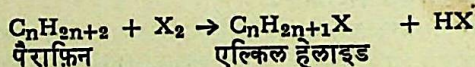
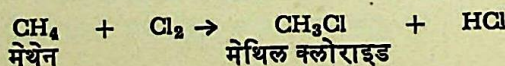
मोनो हैलोजन व्युत्पन्न सबसे महत्त्वपूर्ण हैं। इनका सामान्य सूत्र $C_nH_{2n+1}.X$ है ($X = Cl, Br, I$)। इनको एल्किल हेलाइड भी कहते हैं।

एल्किल हेलाइड बनानेकी सामान्य विधियां.

1. **पैराफ़िनों और हैलोजनोंकी प्रतिक्रियासे.** पैराफ़िनों और हैलोजनों (केवल क्लोरीन या ब्रोमीन) के मिश्रणको सूर्यके मद्धिम प्रकाशमें रखनेसे एल्किल हेलाइड बनते हैं।

$$\underset{\text{पैराफ़िन}}{C_nH_{2n+2}} + X_2 \rightarrow \underset{\text{एल्किल हेलाइड}}{C_nH_{2n+1}X} + HX$$

उदाहरण.

$$\underset{\text{मेथेन}}{CH_4} + Cl_2 \rightarrow \underset{\text{मेथिल क्लोराइड}}{CH_3Cl} + HCl$$

एल्किल हेलाइडोंके अतिरिक्त पैराफ़िनोंके डाइ-, ट्राइ-, ट्रेटा......हैलोजन व्युत्पन्न भी थोड़ी बहुत मात्रामें बनते हैं। कई हेलाइडोंके इस मिश्रणमें से किसी एक एल्किल हेलाइडको अलग करना बहुत कठिन है।

2. **अल्कोहलों पर हैलोजन अम्लोंकी क्रियासे.** अल्कोहल और हैलोजन अम्ल परस्पर क्रिया करके एल्किल हेलाइड और पानी बनाते हैं। यह क्रिया उत्क्रमणीय होती है, इसलिए एल्किल हेलाइड पानीके लिए यह क्रिया निर्जल ज़िंक क्लोराइडकी

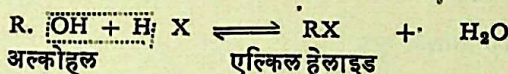
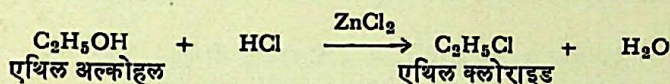
उपस्थितिमें की जाती [illegible] जिंक क्लोराइड प्रतिक्रियामें बने हुए जलको अवशोषित कर लेता है और इस प्रकार प्रतिक्रिया विपरीत दिशामें नहीं होने पाती।

$$R.\boxed{OH + H}\,X \rightleftharpoons RX + H_2O$$

अल्कोहल — एल्किल हेलाइड

उदाहरण.

$$C_2H_5OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl + H_2O$$

एथिल अल्कोहल — एथिल क्लोराइड

कुछ वैज्ञानिकोंका विचार है कि इस प्रतिक्रियामें $ZnCl_2$ उत्प्रेरकका काम भी करता है। इस विधिसे एल्किल ब्रोमाइड और आयोडाइड बहुत कम मात्रामें मिलती हैं।

3. अल्कोहल पर फ़ॉस्फ़ोरस हेलाइड (PX_3 या PX_5) की क्रियासे.

इस विधिसे तीनों प्रकारके एल्किल हेलाइडों (क्लोराइड, ब्रोमाइड और आयोडाइड) की लब्धि अच्छी होती है।

$$3R.OH + PX_3 \longrightarrow 3RX + H_3PO_3$$

फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइ-हेलाइड — एल्किल हेलाइड — फ़ॉस्फ़ोरस अम्ल

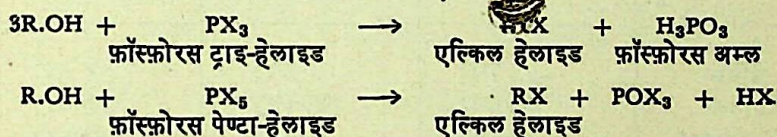
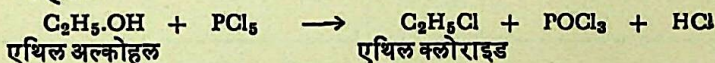
$$R.OH + PX_5 \longrightarrow RX + POX_3 + HX$$

फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टा-हेलाइड — एल्किल हेलाइड

उदाहरण.

$$C_2H_5.OH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

एथिल अल्कोहल — एथिल क्लोराइड

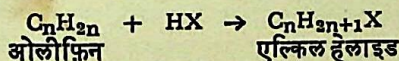
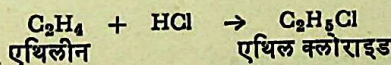
$$3C_2H_5.OH + PBr_3 \longrightarrow 3C_2H_5Br + H_3PO_3$$

4. ओलीफ़िनों और हैलोजन अम्लोंकी योग प्रतिक्रियासे.

$$C_nH_{2n} + HX \rightarrow C_nH_{2n+1}X$$

ओलीफ़िन — एल्किल हेलाइड

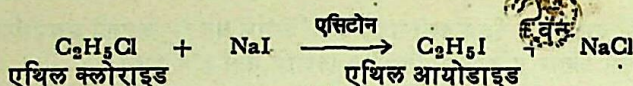
उदाहरण.

$$C_2H_4 + HCl \rightarrow C_2H_5Cl$$

एथिलीन — एथिल क्लोराइड

इस क्रियासे मेथिल हेलाइड नहीं प्राप्त किये जा सकते क्योंकि सरलतम ओलीफ़िन एथिलीन ($CH_2 = CH_2$) है जिसमें दो कार्बन परमाणु होते हैं।

ऊपर बतायी विधियोंसे एल्किल क्लोराइड और ब्रोमाइड तो आसानीसे बनाये जा सकते हैं किन्तु एल्किल आयोडाइड बहुत कठिनाईसे बनते हैं। इसलिए एल्किल आयोडाइड अधिकतर एल्किल क्लोराइडोंको एसिटोन या मेथिल अल्कोहलमें घोलकर सोडियम आयोडाइडके साथ गर्म करके प्राप्त किये जाते हैं, जैसे—

$$C_2H_5Cl + NaI \xrightarrow{\text{एसिटोन}} C_2H_5I + NaCl$$

एथिल क्लोराइड → एथिल आयोडाइड

एल्किल हेलाइडोंके सामान्य गुण.

1. कुछ निचले हेलाइड (CH_3Cl, CH_3Br, C_2H_5Cl) साधारण ताप पर गैसीय अवस्थामें रहते हैं। इनके ऊपरके कुछ सदस्य तथा CH_3I द्रव हैं और अन्य ठोस होते हैं।

2. ये रंगहीन होते हैं और इनमें हल्की मीठी गन्ध होती है।

3. ये पानीमें नहीं घुलते किन्तु कार्बनिक घोलकोंमें घुल जाते हैं।

4. इनकी सधर्ममालाके सदस्योंके क्वथनांक क्रमशः अणु-भारकी वृद्धिके साथ बढ़ते जाते हैं। यह बात निम्न तालिकासे स्पष्ट है:

एल्किल मूलक	क्लोराइड (क्वथनांक)	ब्रोमाइड (क्वथनांक)	आयोडाइड (क्वथनांक)
मेथिल	—23·7°C	4·5°C	42·5°C
एथिल	12·5°C	38·4°C	72·6°C
नॉ० प्रोपिल*	46·5°C	71·0°C	102·0°C
नॉ० ब्यूटिल	77·5°C	101·0°C	129·0°C

इस तालिकासे यह भी स्पष्ट है कि किसी एल्किल मूलकके क्लोराइड, ब्रोमाइड और आयोडाइडके क्वथनांक बढ़ते हुए क्रममें होते हैं।

5. सभी एल्किल हेलाइड हरे रंगवाली ज्वालाके साथ जलते हैं।

एल्किल हेलाइड बहुत क्रियाशील यौगिक हैं। इनके अणुमें उपस्थित हैलोजन परमाणुओंको अन्य परमाणुओं या मूलकों द्वारा सुगमतासे विस्थापित किया जा सकता है। इस विशेषताके कारण इनसे बहुत तरहके यौगिक बनाये जा सकते हैं। इसीलिए ये बहुत महत्त्वपूर्ण हैं।

1. नवजात हाइड्रोजनकी क्रियासे पैराफ़िन.

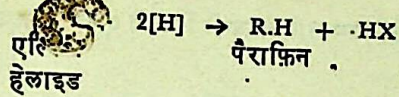
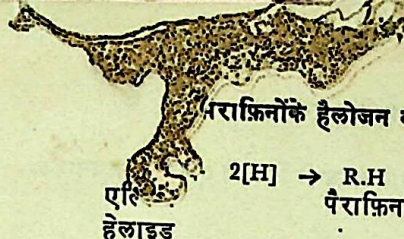
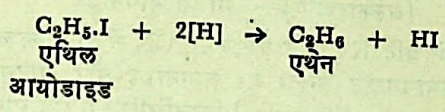
(नवजात हाइड्रोजन ज़िंक-कॉपर युगल और अल्कोहलकी प्रतिक्रिया द्वारा प्राप्त की जाती है।†)

*नॉ०—Normal के लिए लिखा गया है।

† कार्बनिक प्रतिक्रियाओं पर नवजात हाइड्रोजनके उद्गमका भी बहुत प्रभाव पड़ता है।

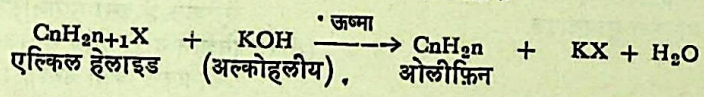
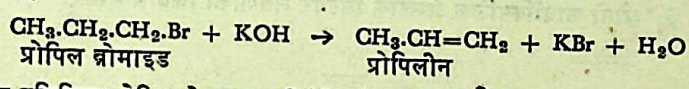
$$R.X + 2[H] \rightarrow R.H + HX$$
एल्किल हेलाइड → पैराफ़िन

उदाहरण.

$$C_2H_5.I + 2[H] \rightarrow C_2H_6 + HI$$
एथिल आयोडाइड → एथेन

2. अल्कोहलीय कास्टिक क्षारोंकी क्रियासे ओलीफ़िन.

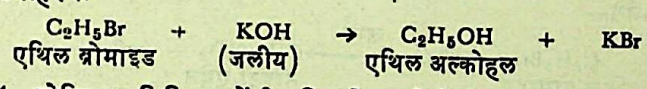
$$C_nH_{2n+1}X + KOH \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} C_nH_{2n} + KX + H_2O$$
एल्किल हेलाइड + (अल्कोहलीय) → ओलीफ़िन

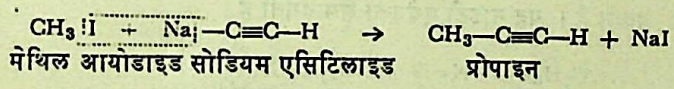
उदाहरण.

$$CH_3.CH_2.CH_2.Br + KOH \rightarrow CH_3.CH{=}CH_2 + KBr + H_2O$$
प्रोपिल ब्रोमाइड → प्रोपिलीन

यह प्रतिक्रिया मेथिल हेलाइड नहीं देते और एथिल हेलाइडोंकी दशामें मुख्यतया ईथर बनता है—एथिलीन 1 % से भी कम बनती है। अन्य सब हेलाइड इस क्रियामें ओलीफ़िन बनाते हैं।

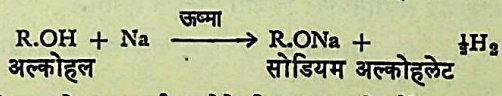
3. जलीय कास्टिक क्षारोंकी क्रियासे अल्कोहल बनाना.

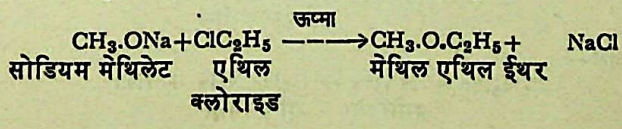
उदाहरण.

$$C_2H_5Br + KOH \rightarrow C_2H_5OH + KBr$$
एथिल ब्रोमाइड + (जलीय) → एथिल अल्कोहल

4. सोडियम-एसिटिलाइडोंकी क्रियासे एसिटिलीन हाइड्रोकार्बन बनाना. जैसे—

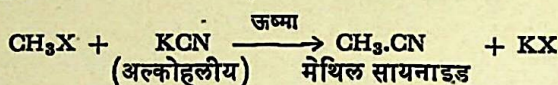
$$CH_3\,I + Na\,—C{\equiv}C—H \rightarrow CH_3—C{\equiv}C—H + NaI$$
मेथिल आयोडाइड सोडियम एसिटिलाइड → प्रोपाइन

5. सोडियम अल्कोहलेटकी क्रियासे ईथर.

अल्कोहल और सोडियमकी प्रतिक्रियासे सोडियम अल्कोहलेट बनता है।

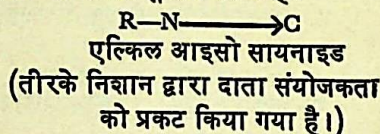
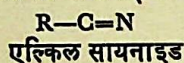
$$R.OH + Na \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} R.ONa + \tfrac{1}{2}H_2$$
अल्कोहल → सोडियम अल्कोहलेट

इसे एल्किल हेलाइडके साथ गर्म करनेसे ईथर बनता है, जैसे—

$$CH_3.ONa + ClC_2H_5 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CH_3.O.C_2H_5 + NaCl$$
सोडियम मेथिलेट + एथिल क्लोराइड → मेथिल एथिल ईथर

6. **अल्कोहलीय पोटैसियम सायनाइडकी क्रियासे ए[illegible] सायनाइड.**

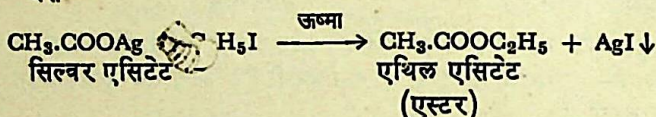
जैसे—

$$CH_3X + \underset{\text{(अल्कोहलीय)}}{KCN} \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \underset{\text{मेथिल सायनाइड}}{CH_3.CN} + KX$$

नोट. इस क्रियामें यदि KCN के बजाय AgCN लें तो एल्किल सायनाइडके बजाय एल्किल आइसोसायनाइड बनता है। सायनाइड और आइसोसायनाइडका रचनात्मक अन्तर (structural difference) निम्नलिखित सूत्रोंसे स्पष्ट है:

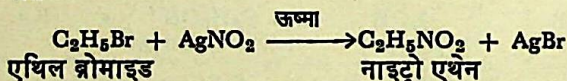
$R-C\equiv N$
एल्किल सायनाइड

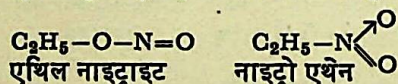
$R-N \longrightarrow C$
एल्किल आइसो सायनाइड
(तीरके निशान द्वारा दाता संयोजकता को प्रकट किया गया है।)

7. **मोनो कार्बाक्सिलिक अम्लोंके सिल्वर लवणोंकी क्रियासे एस्टर.**

जैसे—

$$\underset{\text{सिल्वर एसिटेट}}{CH_3.COOAg} + C_2H_5I \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \underset{\substack{\text{एथिल एसिटेट}\\\text{(एस्टर)}}}{CH_3.COOC_2H_5} + AgI\downarrow$$

8. **सिल्वर नाइट्राइटकी क्रियासे नाइट्रो-एल्केन बनाना.**

जैसे—

$$\underset{\text{एथिल ब्रोमाइड}}{C_2H_5Br} + AgNO_2 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \underset{\text{नाइट्रो एथेन}}{C_2H_5NO_2} + AgBr$$

नोट. इस क्रियामें यदि $AgNO_2$ के बजाय KNO_2 लिया जाय तो 'एथिल नाइट्राइट' बनता है। यह नाइट्रो एथेनका समावयवी है।

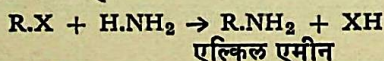
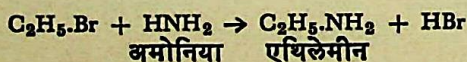
$C_2H_5-O-N=O$
एथिल नाइट्राइट
(KNO_2 की क्रियासे प्राप्त)

$C_2H_5-N\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow O\end{smallmatrix}$
नाइट्रो एथेन
($AgNO_2$ की क्रियासे प्राप्त)

9. **अल्कोहलीय अमोनियाकी क्रियासे एल्किल एमीन.**

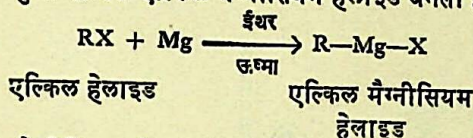
एल्किल हेलाइडको अमोनियाके अल्कोहलीय घोलके साथ अधिक दाब पर गर्म करने पर एल्किल एमीन बनता है।

$$R.X + H.NH_2 \rightarrow \underset{\text{एल्किल एमीन}}{R.NH_2} + XH$$

जैसे—

$$C_2H_5.Br + \underset{\text{अमोनिया}}{HNH_2} \rightarrow \underset{\text{एथिलेमीन}}{C_2H_5.NH_2} + HBr$$

10. **मैग्नीसियम... क्रियासे एल्किल मैग्नीसियम हेलाइड बनाना.** ईथरकी उपस्थितिमें एल्किल हेलाइडको मैग्नीसियम धातुके चूर्णके साथ गर्म करने पर एक युक्त यौगिक एल्किल मैग्नीसियम हेलाइड बनता है।

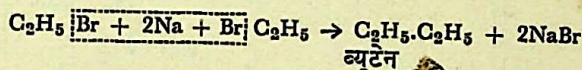
$$RX + Mg \xrightarrow[\text{ऊष्मा}]{\text{ईथर}} R{-}Mg{-}X$$

एल्किल हेलाइड — एल्किल मैग्नीसियम हेलाइड

एल्किल मैग्नीसियम हेलाइडके ईथरीय घोलको ग्रिग्नार्ड का प्रतिकारक (Grignard's reagent) कहते हैं।

11. **सोडियमकी क्रियासे, अधिक कार्बन परमाणुओंवाले पैराफ़िन बनाना [वुर्ज़ (Wurtz) की प्रतिक्रिया].** एल्किल हेलाइड और सोडियमको ईथरकी उपस्थितिमें गर्म किया जाय तो प्रयुक्त हेलाइडसे अधिक कार्बन परमाणुओंवाले पैराफ़िन बनते हैं।

उदाहरण.

$$C_2H_5\,\boxed{Br + 2Na + Br}\,C_2H_5 \rightarrow C_2H_5.C_2H_5 + 2NaBr$$

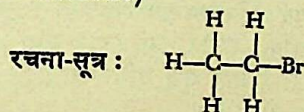
ब्यूटेन

मेथिल क्लोराइड, मेथिल ब्रोमाइड और मेथिल आयोडाइड

ये मेथिल अल्कोहल पर उचित हैलोजन अम्लकी क्रियासे बनाये जा सकते हैं। दूसरी प्रतिक्रियाके अलावा, ये सब सामान्य प्रतिक्रियाएं देते हैं।

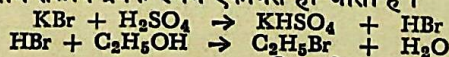
एथिल ब्रोमाइड (Ethyl Bromide)

युक्ति-सूत्र : $CH_3.CH_2Br$

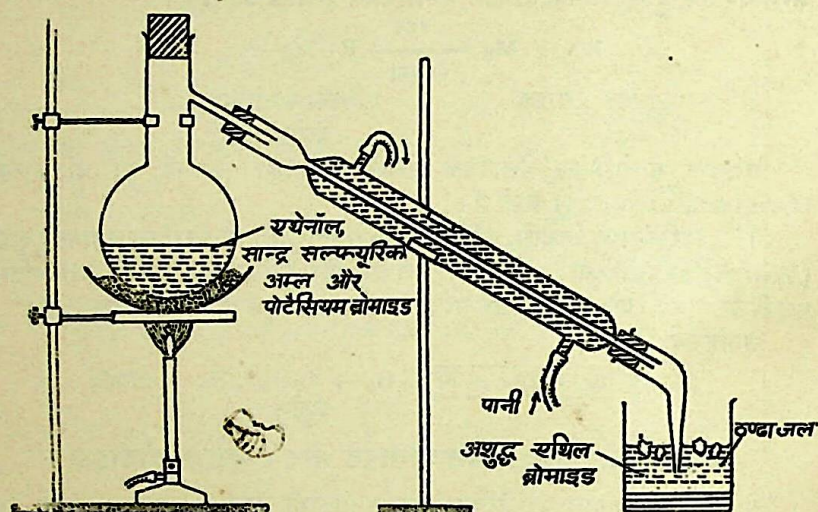
रचना-सूत्र :

```
    H  H
    |  |
 H—C—C—Br
    |  |
    H  H
```

बनानेकी विधियां.

1. **एथिल अल्कोहल और हाइड्रोब्रोमिक अम्लकी क्रियासे (प्रयोगशाला विधि).** इसमें हाइड्रोब्रोमिक अम्ल पोटैसियम ब्रोमाइड पर सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रियासे बनाया जाता है। एक आसवन-फ़्लास्कमें 30 घ० से० एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) लेकर उसमें 100 घ० से० सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल धीरे-धीरे मिलाओ। अब उसमें 50 ग्राम पोटैसियम ब्रोमाइड डालकर धीरे-धीरे हिलाओ ताकि पोटैसियम ब्रोमाइड अच्छी तरह मिल जाय। फ़्लास्कको एक रेणु-ऊष्मक पर रखकर मिश्रणको धीरे-धीरे गर्म करो। उपकरण चित्र 20 के अनुसार बना लो। एथिल ब्रोमाइडकी वाष्प निकलती है जो संघनित्रसे प्रवाहित होते समय द्रवित हो जाती है और ठण्डे पानीसे भरे एक बर्तन की पेंदीमें तेलीय द्रवके रूपमें एकत्रित हो जाती है।

$$KBr + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HBr$$
$$HBr + C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5Br + H_2O$$

एथिल ब्रोमाइड

एथिल ब्रोमाइड और पानीके मिश्रणको पृथक्कारी कीपमें डालकर स्टैण्ड में लगा दो (चित्र 21)। कुछ देर बाद एथिल ब्रोमाइडकी तह पानीके नीचे बैठे

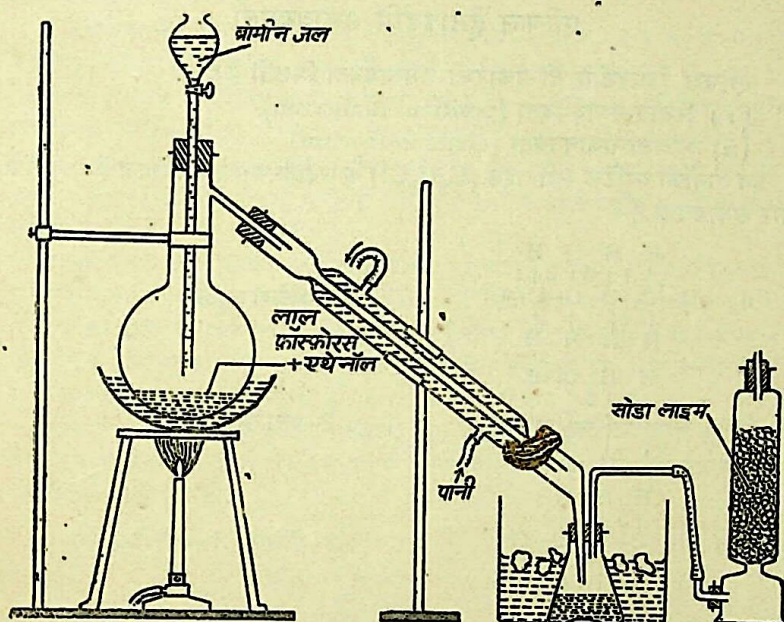
जायगी। धीरे-से टोंटी खोलकर सब एथिल ब्रोमाइड एक बीक... निकालो इस एथिल ब्रोमाइडमें कुछ अम्लीय अशुद्धियां (जैसे HBr आदि) और थोड़ा पानी अब भी रहते हैं।

चित्र 20. एथिल अल्कोहल और हाइड्रोब्रोमिक अम्लकी क्रियासे एथिल ब्रोमाइड बनाना।

इसलिए इसको तनु सोडियम कार्बोनेट घोलसे धोकर, अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड द्वारा सुखा लो। अन्तमें इसे आसवित करो। इस प्रकार अन्य अशुद्धियां अलग रह जाती हैं और शुद्ध एथिल ब्रोमाइड 38·5°C पर आसवित होता है।

2. एथिल अल्कोहल और फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइ ब्रोमाइड की प्रतिक्रियासे (प्रयोगशाला विधि). सुविधाके लिए फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइब्रोमाइडके वजाय लाल फ़ॉस्फ़ोरस और ब्रोमीनका मिश्रण इस्तेमाल करते हैं। एक आसवन-फ़्लास्कमें 100 घ०से० शुष्क एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) और 20 ग्राम लाल फ़ॉस्फ़ोरसका मिश्रण डालो। फ़्लास्कमें एक बूंद-कीप लगाकर जल-ऊष्मक पर रखो और स्टैण्डमें कस दो। बूंद-कीपमें 40 ग्राम ब्रोमीन लो। उपकरणको चित्र 22 के अनुसार बना लो।

चित्र 21. पृथक्कारी कीप द्वारा पानीसे एथिल ब्रोमाइडको अलग करना।

वूंद-कीप द्वारा ब्रोमीन वूंद-वूंद गिराओ और घोल को हिलाते जाओ। इस क्रियामें ऊष्मा उत्पन्न होती है। ब्रोमीन मिल जानेके वाद द्रवको कुछ घण्टों तक ठण्डा होनेके लिए रख दो। वूंद कीपको निकाल कर उसकी जगह एक थर्मामीटर लगा दो और मिश्रणको 60°C

पर गर्म करो। फ़्ल[ास्कमें] द्रव आसवित होता है जो ठण्डे पानीमें रखे एक फ़्लास्क में एकत्रित हो जाता है। यह फ़्लास्क एक नली द्वारा सोडा-लाइमसे भरे एक

चित्र 22. एथिल अल्कोहल और फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइ ब्रोमाइडकी प्रतिक्रियासे एथिल ब्रोमाइड बनाना।

स्तम्भसे जुड़ा रहता है। सोडा-लाइम हाइड्रोब्रोमिक अम्लकी वाष्पको अवशोषित कर लेता है। इस प्रकार जो आसुत (distillate) प्राप्त होता है उसमें एथिल ब्रोमाइडके साथ कुछ अल्कोहल, पानी, व हाइड्रोब्रोमिक अम्ल होते हैं। आसुतमें तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिलाकर एक पृथक्कारी-कीपमें डालो और कीपको, डाट लगाकर जोर से हिलाओ ताकि द्रवमें उपस्थित अम्लीय अशुद्धियां पूरी तरह सोडियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा उदासीन हो जाँय। अब डाट अलग करके कीपको स्टैण्डमें चित्र 21 की तरह लगा दो और निचली तह अलग कर लो। एथिल ब्रोमाइडमें कैल्सियम क्लोराइड डाल-कर किसी बन्द बर्तनमें कुछ घण्टों तक रख दो। फिर एथिल ब्रोमाइडको निथारकर कैल्सियम क्लोराइडसे अलग कर लो और इसे आसवित करके शुद्ध एथिल ब्रोमाइड प्राप्त कर लो।

गुण. यह एक रंगहीन, उड़नशील और रुचिकर गन्धवाला द्रव है। यह 38·4°C पर उबलता है और एल्किल हेलाइडोंकी सभी सामान्य प्रतिक्रियाएं देता है।

उपयोग. यह स्थानीय निश्चेतकके रूपमें काम आता है। प्रयोगशालामें इसे

एथिलीकारकके रूपमें भी इस्तेमाल करते हैं। कार्बनिक सं[illegible]ोंमें यह बहुत महत्त्व रखता है।

एल्किल हेलाइडोंमें समावयवता

एल्किल हेलाइडोंमें दो प्रकारकी समावयवता मिलती है।

(*i*) स्थिति-समावयवता (position isomerism)

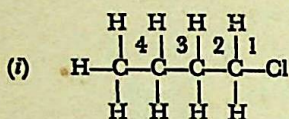
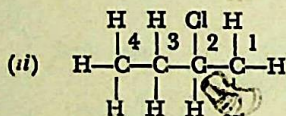
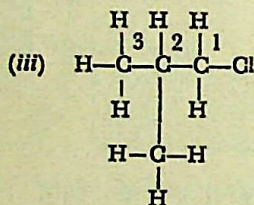
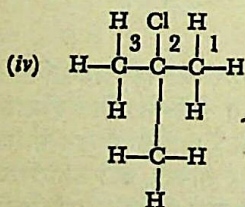
(*ii*) शृंखला-समावयवता (chain isomerism)

इन दोनोंको ब्यूटिल क्लोराइड (C_4H_9Cl) के उदाहरणसे समझ सकते हैं। इसके चार समावयवी हैं—

```
          H  H  H  H
          |4 |3 |2 |1
(i)    H—C——C——C——C—Cl          1–क्लोरो ब्यूटेन
          |  |  |  |
          H  H  H  H

          H  H  Cl H
          |4 |3 |2 |1
(ii)   H—C——C——C——C—H           2–क्लोरो ब्यूटेन
          |  |  |  |
          H  H  H  H

          H  H  H
          |3 |2 |1
(iii)  H—C——C——C—Cl             2–मेथिल, 1–क्लोरो-प्रोपेन
          |  |  |
          H  |  H
             |
          H—C—H
             |
             H

          H  Cl H
          |3 |2 |1
(iv)   H—C——C——C—H              2–मेथिल, 1–क्लोरो-प्रोपेन
          |  |  |
          H  |  H
             |
          H—C—H
             |
             H
```

(*i*) और (*ii*) में कार्बन परमाणुओंकी शृंखला सीधी है परन्तु इनमें क्लोरीन परमाणुओंकी स्थिति भिन्न है। यह स्थिति समावयवता है।

(*i*) और (*iii*) में क्लोरीन परमाणु समान स्थितिवाले कार्बन परमाणुसे जुड़ा है लेकिन पहले सूत्रमें शृंखला सीधी है और तीसरेमें शाखायुक्त है। अतः इन दोनोंमें समावयवताका कारण कार्बन परमाणुओंकी शृंखलाकी बनावट है। इसलिए यह शृंखला-समावयवता है। दूसरे और चौथे सूत्रोंमें भी शृंखला-समावयवता है।

स्थिति-समावयवता और शृंखला-समावयवता दोनों एक साथ भी हो सकती हैं, जैसे पहले और चौथे सूत्रमें। इनमें क्लोरीन परमाणुकी स्थिति और कार्बन शृंखला

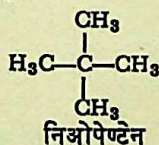
की बनावट दोनों एक दूसरेसे भिन्न हैं। इसी तरह दूसरे और तीसरे सूत्रोंमें भी दोनों समावयवताएं एक साथ हैं।

प्राथमिक, द्वैतीयिक त्रैतीयिक और चातुर्थिक कार्बन परमाणु. सूत्र (*i*) में क्लोरीन परमाणु जिस कार्वन परमाणुसे संयुक्त है, वह सिर्फ़ एक कार्वन परमाणुसे जुड़ा है। ऐसे कार्बन परमाणुको प्राथमिक कार्वन परमाणु कहते हैं। इसलिए 1—क्लोरो ब्यूटेनको 'प्राथमिक नॉर्मल ब्यूटिल क्लोराइड' भी कह सकते हैं। सूत्र (*ii*) में क्लोरीनसे संयुक्त कार्वन परमाणु दो कार्वन परमाणुओंसे जुड़ा है—ऐसे कार्वन परमाणुको द्वैतीयिक (secondary) कार्बन परमाणु कहते हैं और सूत्र (*ii*) के यौगिकको 'द्वैतीयिक नॉर्मल व्यूटिल क्लोराइड' कह सकते हैं।

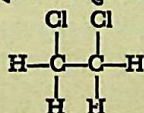
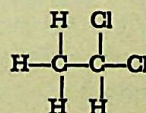
इसी प्रकार तीन कार्वन परमाणुओंसे जुड़े हुए कार्बन परमाणुको त्रैतीयिक कार्वन परमाणु कहते हैं—जैसे सूत्र (*iii*) और (*iv*) में (C-2) है। सूत्र (*iii*) और (*iv*) के यौगिकोंको क्रमश: 'प्राथमिक आइसो ब्यूटिल क्लोराइड' और 'त्रैतीयिक आइसो ब्यूटिल क्लोराइड' भी कह सकते हैं क्योंकि (*iii*) में क्लोरीन परमाणु प्राथमिक कार्वनसे और (*iv*) में त्रैतीयिक कार्वनसे संयुक्त है।

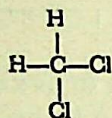
किसी यौगिकमें कोई कार्बन परमाणु चार कार्वन परमाणुओंसे जुड़ा हो तो उस कार्वन परमाणुको चातुर्थिक (quaternary) कार्वन परमाणु कहते हैं—ऐसा एक कार्वन निओपेण्टेनके अणुमें होता है :

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ H_3C—C—CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

निओपेण्टेन

डाइहैलोजन व्युत्पन्न

पैराफ़िन अणुके दो हाइड्रोजन परमाणुओंको हैलोजन परमाणुओं द्वारा विस्थापित करनेसे डाइहैलोजन व्युत्पन्न बनते हैं। डाइहैलोजन व्युत्पन्न दो तरहके होते हैं—(1) एल्किलीन हेलाइड (2) एल्किलिडीन हेलाइड। एल्किलीन हेलाइडोंमें हैलोजन परमाणु किन्हीं दो संलग्न (adjacent) कार्वन परमाणुओंसे जुड़े रहते हैं जैसे एथिलीन क्लोराइडमें; किन्तु एल्किलिडीन हेलाइडोंमें दोनों हैलोजन परमाणु एक ही कार्बन परमाणुसे जुड़े रहते हैं जैसे एथिलिडीन क्लोराइडमें।

एथेनके डाइहैलोजन व्युत्पन्न

एथिलीन क्लोराइड एथिलिडीन क्लोराइड

चूंकि मेथेनमें एक ही कार्वन परमाणु होता है, इसलिए उसका एक ही डाइहैलोजन व्युत्पन्न सम्भव है।

डाइहैलोजन व्युत्पन्न कम महत्त्वपूर्ण हैं ।

ट्राइ हैलोजन व्युत्पन्न

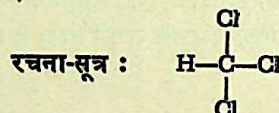
मेथेनके ट्राइ हैलोजन व्युत्पन्न निम्नलिखित हैं :

$CHCl_3$	$CHBr_3$	CHI_3
ट्राइक्लोरो मेथेन	ट्राइ ब्रोमो मेथेन	ट्राइ आयोडो मेथेन
या	या	या
क्लोरोफ़ॉर्म	ब्रोमोफ़ॉर्म	आयडोफ़ॉर्म

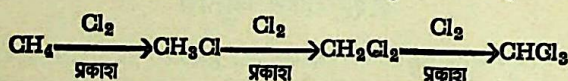
क्लोरोफ़ॉर्म (Chloroform)

युक्ति-सूत्र : $CHCl_3$

रचना-सूत्र :

$$\begin{array}{c} Cl \\ | \\ H-C-Cl \\ | \\ Cl \end{array}$$

बनानेकी विधियां.

1. **मेथेन पर क्लोरीनकी क्रियासे.** मेथेन और क्लोरीनके मिश्रणको सूर्यके प्रकाशमें रखनेसे मोनो, डाइ, ट्राइ और टेट्रा क्लोरो व्युत्पन्न बनते हैं—

$$CH_4 \xrightarrow[\text{प्रकाश}]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[\text{प्रकाश}]{Cl_2} CH_2Cl_2 \xrightarrow[\text{प्रकाश}]{Cl_2} CHCl_3$$

इस प्रकार कई हेलाइडोंका मिश्रण बनता है, इसलिए यह अच्छी विधि नहीं है।

2. **एथिल अल्कोहल या एसिटोनको विरंजक चूर्ण (ब्लीचिंग पाउडर) के साथ गर्म करके (प्रयोगशाला विधि).**

(क) एथिल अल्कोहलसे. विरंजक चूर्ण मुख्य रूपसे कैल्सियम हाइपोक्लोराइट [$Ca(OCl)_2$] होता है। यह ऑक्सीकारक और क्लोरीनीकारक दोनोंकी तरह व्यवहार करता है। पहले यह अल्कोहलको ऑक्सीकृत करके अल्डिहाइड बनाता है और फिर अल्डिहाइडको क्लोरीनीकृत करता है। क्लोरीनीकृत यौगिक जलविच्छेदित होकर क्लोरोफ़ॉर्म बनाता है।

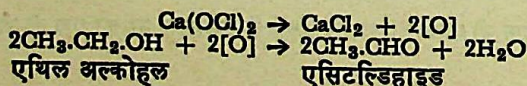
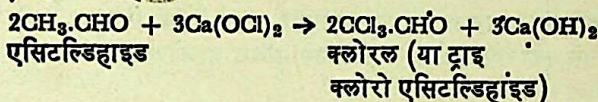
(*i*) एथिल अल्कोहलका ऑक्सीकरण :

$$Ca(OCl)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2[O]$$

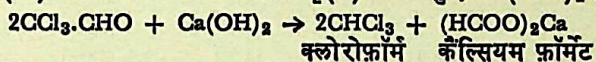
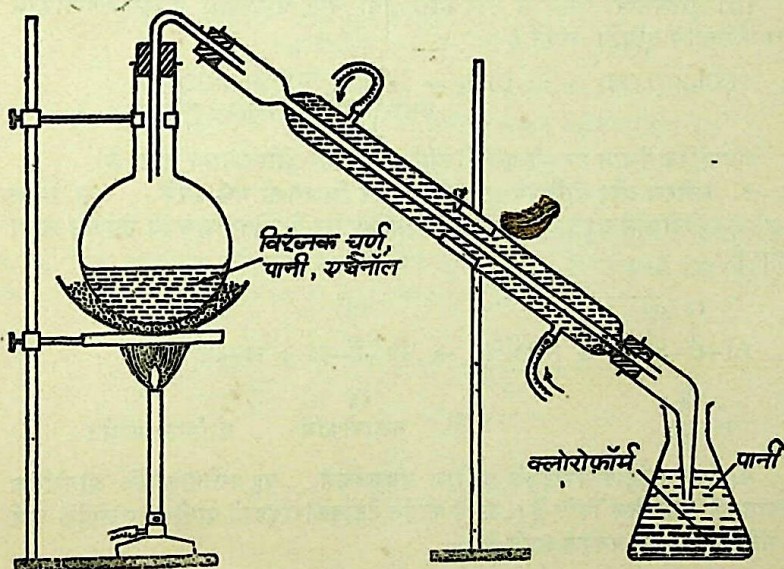
$$\underset{\text{एथिल अल्कोहल}}{2CH_3.CH_2.OH} + 2[O] \rightarrow \underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{2CH_3.CHO} + 2H_2O$$

(*ii*) एसिटल्डिहाइडका क्लोरीनीकरण :

$$2CH_3.CHO + 3Ca(OCl)_2 \rightarrow 2CCl_3.CHO + 3Ca(OH)_2$$

एसिटल्डिहाइड — क्लोरल (या ट्राइ क्लोरो एसिटल्डिहाइड)

(*iii*) क्लोरलका जल-विच्छेदन [(*ii*) में बने हुए $Ca(OH)_2$ द्वारा] :

$$2CCl_3.CHO + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CHCl_3 + (HCOO)_2Ca$$

क्लोरोफ़ॉर्म — कैल्सियम फ़ॉर्मेट

प्रयोग. 200 ग्राम विरंजक चूर्णको 800 घ० से० पानीके साथ मिलाकर लेई

चित्र 23. एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) और विरंजक चूर्णकी प्रतिक्रियासे क्लोरोफ़ॉर्म बनाना।

(paste) बना लो। इसे फ़्लास्कमें डालकर 40 घ० से० एथिल अल्कोहल अच्छी तरह मिलाओ और फ़्लास्कको रेणु-ऊष्मक पर गर्म करो। उपकरण चित्र 23 के अनुसार बनालो।

पानी और क्लोरोफ़ॉर्मका मिश्रण आसवित होता है। मिश्रणको पृथक्कारी कीप में डालकर क्लोरोफ़ॉर्मकी निचली तह अलग कर लो। इस क्लोरोफ़ॉर्ममें कुछ अशुद्धियां रहती हैं। इसे एक पृथक्कारी कीपमें कास्टिक सोडा घोलके साथ हिलाकर अम्लीय अशुद्धियां उदासीन कर लो। कुछ देर बाद टोंटी खोलकर क्लोरोफ़ॉर्मकी निचली तह अलग कर लो। प्राप्त क्लोरोफ़ॉर्मको निर्जल कैल्सियम क्लोराइड द्वारा सुखाकर

आसवित करो और 60°—63°C के बीच आसवित होनेवाले द्रव को इकट्ठा कर लो।

(ख) एसिटोनसे. इसका उपकरण और कार्य-विधि बिल्कुल वही है जो एथिल अल्कोहलसे क्लोरोफ़ॉर्म बनानेमें। इसमें एथिल अल्कोहलकी जगह एसिटोनका उपयोग करो।

(*i*) एसिटोन विरंजक चूर्ण $[Ca(OCl)_2]$ से क्रिया करके ट्राइक्लोरो एसिटोन बनाता है।

$$2CH_3.CO.CH_3 + 3Ca(OCl)_2 \rightarrow 2CH_3.CO.CCl_3 + 3Ca(OH)_2$$

एसिटोन → ट्राइक्लोरो एसिटोन

(*ii*) ट्राइक्लोरो एसिटोन और बुझा हुआ चूना प्रतिक्रिया करके क्लोरोफ़ॉर्म और कैल्सियम एसिटेट बनाते हैं।

$$2CCl_3.CO.CH_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CHCl_3 + (CH_3COO)_2Ca$$

क्लोरोफ़ॉर्म, कैल्सियम एसिटेट

व्यापारिक पैमाने पर भी क्लोरोफ़ॉर्म इन्हीं विधियोंसे बनाया जाता है।

3. **क्लोरल और सोडियम हाइड्रॉक्साइडके मिश्रणको गर्म करके.** इस विधि से प्राप्त क्लोरोफ़ॉर्म बहुत शुद्ध होता है। इसलिए यह निश्चेतकके रूपमें उपयोग किया जाता है।

$$CCl_3-CHO + NaOH \rightarrow CHCl_3 + H-C(=O)ONa$$

क्लोरल → क्लोरोफ़ॉर्म + सोडियम फ़ॉर्मेट

4. **कार्बन टेट्राक्लोराइडके आंशिक अवकरणसे.** यह क्लोरोफ़ॉर्मके औद्योगिक उत्पादनकी आधुनिक विधि है। इसमें कार्बन टेट्राक्लोराइडको पानी और लोहेके चूर्ण के साथ गर्म करके अवकृत करते हैं।

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 8H$$

$$CCl_4 + 2H \rightarrow CHCl_3 + HCl$$

क्लोरोफ़ॉर्म

गुण.

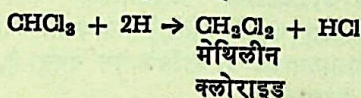
क्लोरोफ़ॉर्म एक रंगहीन द्रव है। यह 61°C पर उबलता है और इसका आपेक्षिक घनत्व 1·5 है। यह पानीमें लगभग अघुलनशील है लेकिन ईथर या अल्कोहलमें सरलता से घुल जाता है। इसमें तेल, वसा, रबर और लाख घुल जाते हैं। इसका स्वाद मीठा और गन्ध प्रिय होती है। क्लोरोफ़ॉर्मकी वाष्प सूंघने पर बेहोशी आ जाती है।

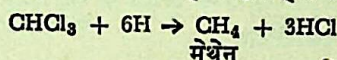
1. **ऑक्सीकरण.** क्लोरोफ़ॉर्मको प्रकाशमें खुला छोड़ दें तो हवाकी ऑक्सीजन से इसका ऑक्सीकरण हो जाता है और फ़ॉस्जीन गैस (कार्बोनिल क्लोराइड) बनती है।

$$4CHCl_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{प्रकाश}} 4COCl_2 + 2H_2O + 2Cl_2$$
फ़ॉस्जीन

फ़ॉस्जीन अत्यन्त विषैली गैस है। इसलिए निश्चेतनाकें लिए काम आनेवाले क्लोरोफ़ॉर्मको ऑक्सीकरणसे बचानेके लिए गहरे नीले या भूरे रंगकी बोतलोंमें ऊपर तक भरकर (ताकि बोतलके अन्दर हवा न रहे) रखा जाता है। क्लोरोफ़ॉर्ममें एक प्रतिशत अल्कोहल मिला देनेसे भी इसका ऑक्सीकरण बहुत कम हो जाता है।

2. **अवकरण.** ज़िक और हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी प्रतिक्रियासे प्राप्त नवजात हाइड्रोजन द्वारा अवकृत होकर यह मेथिलीन क्लोराइड बनाता है।

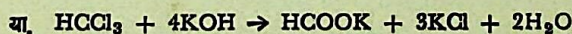
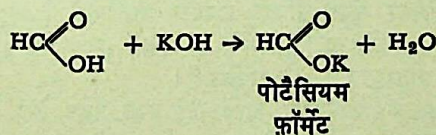
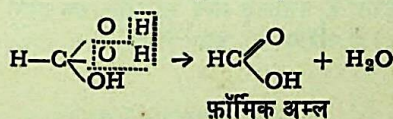
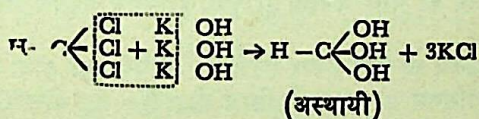
$$CHCl_3 + 2H \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$
मेथिलीन क्लोराइड

ज़िक और पानीके साथ उबालने पर यह अवकृत होकर मेथेन बनाता है।

$$CHCl_3 + 6H \rightarrow CH_4 + 3HCl$$
मेथेन

3. **जलविच्छेदन.** कास्टिक पोटाशका जलीय घोल क्लोरोफ़ॉर्मसे क्रिया नहीं करता किन्तु कास्टिक पोटाशका अल्कोहलीय घोल (अर्थात् अल्कोहलमें बना घोल) इसके साथ गर्म करने पर पोटैसियम फ़ॉर्मेट बनाता है।

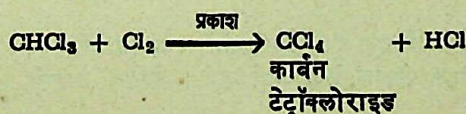
$$H-C{\lt}\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix} + \begin{matrix}K\,OH\\K\,OH\\K\,OH\end{matrix} \rightarrow H-C{\lt}\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix} + 3KCl$$
(अस्थायी)

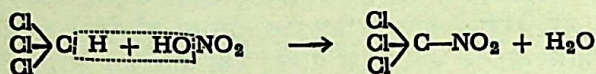
$$H-C{\lt}\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix} \rightarrow HC{\lt}\begin{matrix}O\\OH\end{matrix} + H_2O$$
फ़ॉर्मिक अम्ल

$$HC{\lt}\begin{matrix}O\\OH\end{matrix} + KOH \rightarrow HC{\lt}\begin{matrix}O\\OK\end{matrix} + H_2O$$
पोटैसियम फ़ॉर्मेट

या, $HCCl_3 + 4KOH \rightarrow HCOOK + 3KCl + 2H_2O$

4. **प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाएं.**

(क) **क्लोरीनीकरण.**

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{प्रकाश}} CCl_4 + HCl$$
कार्बन टेट्राक्लोराइड

(ख) नाइट्रीकरण (Nitration). सान्द्र नाइट्रिक अम्लसे प्रतिक्रिया करने पर क्लोरोफ़ॉर्मका हाइड्रोजन परमाणु नाइट्रो (NO_2) मूलकसे प्रतिस्थापित हो जाता है और नाइट्रो-क्लोरोफ़ॉर्म बनता है जिसे क्लोरोपिक्रिन कहते हैं।

$$Cl_3C\,\boxed{H + HO}\,NO_2 \longrightarrow Cl_3C{-}NO_2 + H_2O$$

क्लोरोफ़ॉर्म　　नाइट्रिक अम्ल　　　　　क्लोरोपिक्रिन

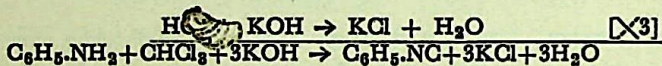
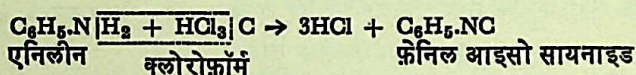
क्लोरोपिक्रिनका उपयोग कीटाणुनाशक (insecticide) के रूपमें होता है।

5. कार्बिलेमीन प्रतिक्रिया (Carbylamine reaction). क्लोरोफ़ॉर्मको अल्कोहलीय कास्टिक पोटाश और एनिलीन ($C_6H_5.NH_2$) के साथ गर्म करने पर एक बड़ा दुर्गन्धपूर्ण यौगिक फ़ेनिल आइसोसायनाइड या कार्बिलेमीन बनता है, इसलिए यह प्रतिक्रिया कार्बिलेमीन प्रतिक्रिया कहलाती है।

$$C_6H_5.N\,\boxed{H_2 + HCl_3}\,C \rightarrow 3HCl + C_6H_5.NC$$

एनिलीन　　क्लोरोफ़ॉर्म　　　　फ़ेनिल आइसो सायनाइड

$$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O \quad [\times 3]$$

$$C_6H_5.NH_2 + CHCl_3 + 3KOH \rightarrow C_6H_5.NC + 3KCl + 3H_2O$$

6. फ़ेहलिंग के घोलसे प्रतिक्रिया. क्लोरोफ़ॉर्मको फ़ेहलिंग के घोलके साथ गर्म करते हैं तो फ़ेहलिंग का घोल अवकृत हो जाता है जिससे क्यूप्रस ऑक्साइडका भूरा अवक्षेप बनता है।

नोट. फ़ेहलिंग का घोल कॉपर सल्फ़ेटका क्षारीय घोल होता है जिसमें थोड़ा सा सोडियम पोटैसियम टारटरेट भी मिला होता है—यह घोल CuO के घोलकी तरह व्यवहार करता है, इसलिए मन्द ऑक्सीकारक होता है। CuO अवकृत होकर भूरे रंगके Cu_2O में परिणत हो जाता है।

उपयोग.

1. क्लोरोफ़ॉर्मका सबसे अधिक उपयोग शल्यकर्म (surgery) में निश्चेतक के रूपमें होता है। अकेले क्लोरोफ़ॉर्मके उपयोगसे हृदय पर बुरा प्रभाव पड़ता है, इसलिए इसमें 30 प्रतिशत ईथर मिला लेते हैं।

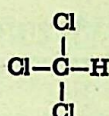
2. क्लोरोफ़ॉर्म कई कार्बनिक पदार्थों जैसे वसा, रबर, तेल, लाख आदिको घोल लेता है। इस कारण इसे उद्योगमें घोलकके रूपमें उपयोग करते हैं।

3. वनस्पतियों व जीव-जन्तुओंको शाकाण्वीय किण्वन (bacterial fermentation) से बचानेके लिए यह सुरक्षक (preservative) है।

परीक्षण.

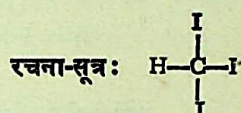
1. एक परखनलीमें एक बूंद क्लोरोफ़ॉर्म, एक बूंद एनिलीन और एक घ० से० अल्कोहलीय कास्टिक पोटाश लेकर गर्म करो। फ़ेनिल आइसो सायनाइडकी तेज़ दुर्गन्ध आयेगी।

रचना. क्लोरोफ़ॉर्मका रचना-सूत्र निम्नलिखित ढंगसे ही लिखा जा सकता है:

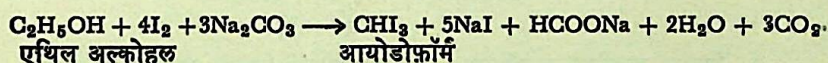
$$\begin{array}{c} Cl \\ | \\ Cl-C-H \\ | \\ Cl \end{array}$$

क्लोरोफ़ॉर्म बनानेकी विधियों और इसकी प्रतिक्रियाओंसे इस सूत्रकी पुष्टि होती है।

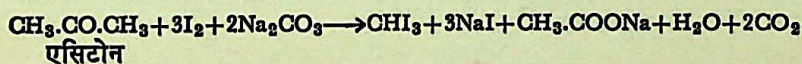
आयोडोफ़ॉर्म (Iodoform)

युक्ति-सूत्र: CHI_3

रचना-सूत्र: $\begin{array}{c} I \\ | \\ H-C-I \\ | \\ I \end{array}$

बनानेकी विधियां.

प्रयोगशाला विधि. प्रयोगशालामें आयोडोफ़ॉर्म एथिल अल्कोहल (या एसिटोन), आयोडीन और सोडियम कार्बोनेटकी प्रतिक्रियासे बनाया जाता है।

$$\underset{\text{एथिल अल्कोहल}}{C_2H_5OH} + 4I_2 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow \underset{\text{आयोडोफ़ॉर्म}}{CHI_3} + 5NaI + HCOONa + 2H_2O + 3CO_2$$

एसिटोन लेनेसे प्रतिक्रिया निम्न समीकरणके अनुसार होती है:

$$\underset{\text{एसिटोन}}{CH_3.CO.CH_3} + 3I_2 + 2Na_2CO_3 \longrightarrow CHI_3 + 3NaI + CH_3.COONa + H_2O + 2CO_2$$

इस प्रतिक्रियाको प्रायः **आयोडोफ़ॉर्म प्रतिक्रिया** कहते हैं। यह एक महत्त्वपूर्ण प्रतिक्रिया है जिसे अल्कोहल और एसिटोनके परीक्षणके लिए उपयोग करते हैं।

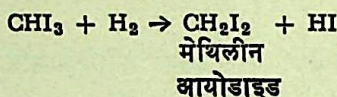
प्रयोग. एक फ़्लास्कमें 10 ग्राम सोडियम कार्बोनेटको 50 घ० से० पानीमें हिलाकर घोल लो। इसमें 12 घ० से० एथिल अल्कोहल डालो। अब फ़्लास्कको जल ऊष्मक पर 70°C तक गर्म करो और धीरे-धीरे घोलमें 5 ग्राम आयोडीन चूर्ण मिलाओ। इस घोलको तब तक गर्म करो जब तक कि आयोडीनका रंग ग़ायब न हो जाय। द्रवको ठण्डा करने पर आयोडोफ़ॉर्मके केलास अलग होकर पेंदीमें बैठ जाते हैं। इन्हें छानकर अलग कर लो और पानीसे धोकर सुखा लो।

गुण. आयोडोफ़ॉर्म एक पीला केलासीय पदार्थ है। यह 119°C पर पिघलता है। पानीमें अघुलनशील किन्तु अल्कोहल, ईथर आदिमें यह घुलनशील है। यह शीघ्र ऊर्ध्वपातित हो जाता है और भापके साथ वाष्पशील (steam volatile) है। इसमें तेज़ अप्रिय गन्ध होती है। आयोडोफ़ॉर्ममें कीटाणुनाशक गुण हैं जो इसके धीरे-धीरे विच्छेदित होकर आयोडीन उत्पन्न करनेके कारण हैं।

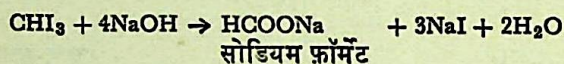
आयोडोफ़ॉर्मके गुण क्लोरोफ़ॉर्मसे मिलते-जुलते हैं लेकिन यह क्लोरोफ़ॉर्मसे कम स्थायी अर्थात् अधिक क्रियाशील है।

1. अवकरण. लाल फ़ॉस्फ़ोरस और हाइड्रियॉडिक अम्लसे प्रतिक्रिया करने पर यह अवकृत हो जाता है और मेथिलीन आयोडाइड बनाता है।

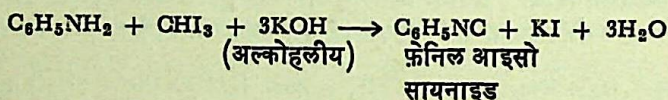
$$CHI_3 + H_2 \rightarrow CH_2I_2 + HI$$

मेथिलीन आयोडाइड

2. जलविच्छेदन. कास्टिक क्षारोंके साथ गर्म करने पर आयोडोफ़ॉर्मका जल विच्छेदन हो जाता है और अल्कली फ़ॉर्मेट बनता है।

$$CHI_3 + 4NaOH \rightarrow HCOONa + 3NaI + 2H_2O$$

सोडियम फ़ॉर्मेट

3. कार्बिलेमीन प्रतिक्रिया. क्लोरोफ़ॉर्मकी तरह आयोडोफ़ॉर्म भी अल्कोहलीय कास्टिक पोटाश और एनिलीनके साथ गर्म करने पर दुर्गन्धपूर्ण यौगिक फ़ेनिल आइसो सायनाइड बनाता है।

$$C_6H_5NH_2 + CHI_3 + 3KOH \longrightarrow C_6H_5NC + KI + 3H_2O$$

(अल्कोहलीय) फ़ेनिल आइसो सायनाइड

4. सिल्वर नाइट्रेटसे प्रतिक्रिया. आयोडोफ़ॉर्मको सिल्वर नाइट्रेटके साथ गर्म करनेसे सिल्वर आयोडाइडका पीला अवक्षेप बनता है। क्लोरोफ़ॉर्म यह प्रतिक्रिया नहीं देता। आयोडोफ़ॉर्म अस्थायी है और कुछ विच्छेदित होकर आयोडीन बना देता है जो सिल्वर नाइट्रेटके साथ पीला अवक्षेप देती है।

उपयोग.

आयोडोफ़ॉर्म तीव्र कीटाणुनाशक है।

टेट्रा हैलोजन व्युत्पन्न

पैराफ़िनोंका सबसे महत्त्वपूर्ण टेट्रा हैलोजन व्युत्पन्न टेट्राक्लोरो मेथेन या कार्बन टेट्राक्लोराइड है।

कार्बन टेट्राक्लोराइड (Carbon tetrachloride)

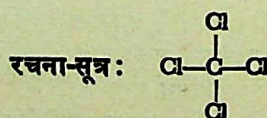
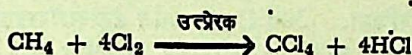
युक्ति-सूत्र : CCl_4

रचना-सूत्र :

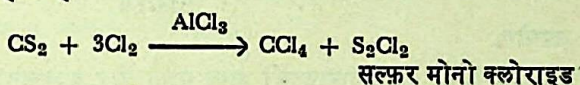
```
     Cl
     |
Cl — C — Cl
     |
     Cl
```

बनानेकी विधिया.

1. मेथेनके क्लोरीनीकरणसे.

$$CH_4 + 4Cl_2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} CCl_4 + 4HCl$$

इस विधिसे अशुद्ध कार्बन टेट्राक्लोराइड प्राप्त होता है।

2. कार्बन डाइसल्फ़ाइड पर क्लोरीनकी क्रियासे. इस विधिमें अल्युमीनियम ट्राइक्लोराइड उत्प्रेरक होता है।

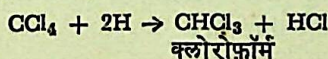
$$CS_2 + 3Cl_2 \xrightarrow{AlCl_3} CCl_4 + \underset{\text{सल्फ़र मोनो क्लोराइड}}{S_2Cl_2}$$

कार्बन टेट्राक्लोराइड और सल्फ़र मोनो क्लोराइडके मिश्रणसे प्रत्येकको प्रभाजक आसवन द्वारा अलग कर लिया जाता है। यह विधि व्यापारिक पैमाने पर भी उपयोग की जाती है।

गुण.

कार्बन टेट्राक्लोराइड एक रंगहीन द्रव है। यह 77° [illegible]र उबलता है। यह पानीमें अमिलनशील (immissible) किन्तु कार्बनिक द्रवों जैसे ईथर, अल्कोहलमें पूरी तरह मिलनशील है। इसकी गन्ध क्लोरोफ़ॉर्मकी गन्धसे मिलती-जुलती है।

1. स्थायित्व और ज्वलनशीलता. कार्बन टेट्राक्लोराइड एक स्थायी निष्क्रिय यौगिक है। 500°C पर भी यह विच्छेदित नहीं होता। इसकी वाष्प अज्वलनशील होती है।

2. अवकरण. नम लौह चूर्ण और पानीके साथ उबालने पर कार्बन टेट्रा क्लोराइडका अवकरण हो जाता है और क्लोरोफ़ॉर्म बनता है।

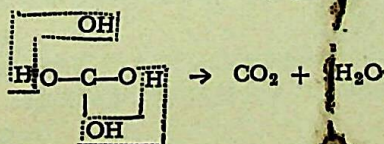
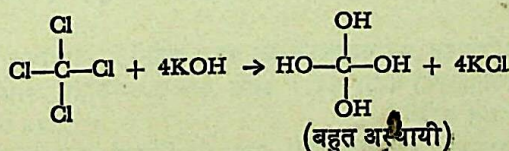
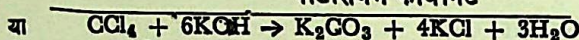
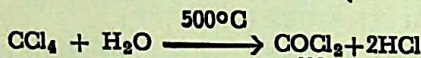
$$CCl_4 + 2H \rightarrow \underset{\text{क्लोरोफ़ॉर्म}}{CHCl_3} + HCl$$

3. जलविच्छेदन. अल्कोहलीय कास्टिक क्षारोंके साथ उबालने पर कार्बन टेट्रा-क्लोराइडका जलविच्छेदन हो जाता है और अल्कली कार्बोनेट बनता है।

$$Cl{-}\overset{\overset{Cl}{|}}{\underset{\underset{Cl}{|}}{C}}{-}Cl + 4KOH \rightarrow HO{-}\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}{-}OH + 4KCl$$

(बहुत अस्थायी)

$$HO{-}\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}{-}OH \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$2KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$$
पोटैसियम कार्बोनेट

या $$CCl_4 + 6KOH \rightarrow K_2CO_3 + 4KCl + 3H_2O$$

4. भापसे प्रतिक्रिया. 500°C पर कार्बन टेट्राक्लोराइडकी वाष्पको भापसे मिलाने पर थोड़ी मात्रामें कार्बोनिल क्लोराइड (फ़ॉस्जीन गैस) बनती है।

$$CCl_4 + H_2O \xrightarrow{500°C} COCl_2 + 2HCl$$
कार्बोनिल क्लोराइड

उपयोग.

1. कार्बन टेट्राक्लोराइडकी वाष्प सघन और अज्वलनशील होती है। इसलिए अग्नि बुझानेके लिए इसका उपयोग किया जाता है। इसकी वाष्प आगके चारों तरफ़ एक घना बादल-सा बना देती है जिससे आगमें हवा नहीं लग पाती और वह बुझ जाती है। यह पाइरीन (Pyrene) के नामसे बिकती है।

2. इसे पेट्रोलके साथ मिलाकर निर्जल धुलाई (dry cleaning) में उपयोग करते हैं जिससे आग लगनेका डर नहीं रहता।

3. तेल, वसा और [illegible]के घोलकके रूपमें इसका उपयोग होता है।

4. हुकवर्म (hook-worm) नामकी बीमारीके इलाजमें इसका उपयोग करते हैं।

5. इससे क्लोरोफ़ॉर्मका औद्योगिक उत्पादन किया जाता है।

6. 'इससे फ्रियॉन-12' (डाइक्लोरो-डाइफ़्लोरो मेथेन) नामक यौगिक बनाया जाता है जो प्रशीतकों (refrigerators) और ऋतु-अनुकूलकों (air conditioning plants) में उपयोग किया जाता है। इस कामके लिए यह अमोनिया और सल्फ़र डाइऑक्साइडसे उत्तम है क्योंकि यह गन्धहीन, अज्वलनशील, असंक्षारक (non-corrosive) और अविषालु (non-toxic) होती है। ये सब गुण द्रव अमोनिया और सल्फ़र डाइऑक्साइडमें नहीं पाये जाते।

प्रश्न

1. एल्किल हेलाइडोंके बनानेकी सामान्य विधियां क्या हैं? इनके प्रमुख गुणों का वर्णन करो।

2. मेथिल आयोडाइड प्रयोगशालामें कैसे प्राप्त करोगे? कार्बनिक यौगिकोंके बनानेमें इसकी उपयोगिताका वर्णन करो। इससे मेथिल अल्कोहल, फ़ॉर्मल्डिहाइड और एसिटोन कैसे प्राप्त करोगे? (उ० प्र० 1959)

3. एथिल ब्रोमाइडकी बनानेकी विधि, मुख्य प्रतिक्रियाएं और उपयोग लिखो। उपकरणका एक स्वच्छ चित्र खींचो। (उ० प्र० 1950)

4. क्लोरोफ़ॉर्म बड़े पैमाने पर कैसे बनाया जाता है? इसके मुख्य भौतिक और रासायनिक गुणोंका संक्षिप्त वर्णन करो और इसके उपयोग बतलाओ। (उ० प्र० 1945, 53)

5. क्लोरोफ़ार्मका रचना-सूत्र लिखो और इसके प्रयोगशालामें बनानेकी विधिका वर्णन करो। इसके गुण और उपयोग भी दो।

6. आयोडोफ़ॉर्म पर एक संक्षिप्त नोट लिखो।

7. आयोडोफ़ॉर्मकी कास्टिक पोटाशके साथ क्या क्रिया होती है? समीकरण दो। (उ० प्र० 1957)

8. कार्बन टेट्राक्लोराइड बनानेकी विधियोंका वर्णन करो। इसके रासायनिक्क गुणोंके साथ-साथ उपयोग भी बताओ।

9. कार्बनिक संश्लेषणमें एल्किल हेलाइडोंके क्या उपयोग हैं?

10. वुर्त्ज़ प्रतिक्रिया पर एक टिप्पणी लिखो।

7

अल्कोहल

(Alcohols)

हाइड्रोकार्बनोंमें —H के स्थान पर —OH मूलक रखनेसे बने यौगिक, अर्थात् हाइड्रोकार्बनोंके हाइड्रॉक्सी व्युत्पन्न, अल्कोहल कहलाते हैं। जैसे :

C_2H_6 से C_2H_5OH
एथेन — एथिल अल्कोहल

जिन अल्कोहलोंके अणुमें एक, दो, तीन......हाइड्रॉक्सिल मूलक होते हैं वे क्रमशः मोनोहाइड्रिक, डाइहाइड्रिक, ट्राइहाइड्रिक,......अल्कोहल कहलाते हैं, जैसे :

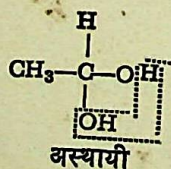
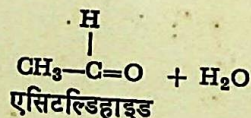
C_2H_5OH
एथिल अल्कोहल
(मोनोहाइड्रिक)

CH_2OH
|
CH_2OH
एथिलीन ग्लाइकॉल
(डाइहाइड्रिक)

CH_2OH
|
$CHOH$
|
CH_2OH
ग्लिसरॉल
(ट्राइहाइड्रिक)

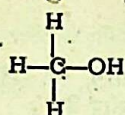
किसी अल्कोहलमें एक कार्बन परमाणु पर एकसे अधिक हाइड्रॉक्सिल मूलक नहीं जुड़े रह सकते क्योंकि जुड़ते ही दो हाइड्रॉक्सिल मूलक मिलकर एक अणु पानी बना देते हैं और एक नया यौगिक बन जाता है। जैसे :

$$CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-OH \rightarrow CH_3-\overset{H}{C}=O + H_2O$$

अस्थायी — एसिटल्डिहाइड

मोनोहाइड्रिक अल्कोहल

मोनोहाइड्रिक अल्कोहल तीन प्रकारके होते हैं :
प्राथमिक (primary), द्वैतीयिक (secondary) और त्रैतीयिक, (tertiary)

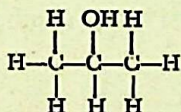
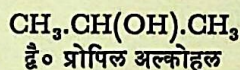
(*i*) **प्राथमिक अल्कोहल.** ऐसे अल्कोहलोंमें—OH मूलकसे युक्त कार्बन परमाणु केवल एक कार्बन परमाणुसे जुड़ा रहता है, जैसे :

अर्थात् $H.CH_2OH$
मेथिल अल्कोहल

$CH_3.CH_2OH$ एथिल अल्कोहल,
$CH_3.CH_2.CH_2OH$ प्रोपिल अल्कोहल आदि।

स्पष्ट है कि हरेक प्राथमिक अल्कोहलमें—CH_2OH समूह अवश्य होता है। इसलिए मॉनोहाइड्रिक प्राथमिक अल्कोहलोंका सामान्य सूत्र R—CH_2OH है जहां R हाइड्रोजन परमाणु या कोई एल्किल मूलक है।

(*ii*) **द्वैतीयिक अल्कोहल.** ऐसे अल्कोहलोंमें—OH मूलकसे जुड़ा कार्बन परमाणु दो कार्बन परमाणुओंसे जुड़ा होता है, जैसे—

```
   H  OH H
   |  |  |
H—C—C—C—H
   |  |  |
   H  H  H
```

अर्थात् $CH_3.CH(OH).CH_3$
द्वै० प्रोपिल अल्कोहल

$CH_3.CH_2.CH(OH).CH_3$ द्वैतीयिक [illegible] अल्कोहल आदि।

स्पष्ट है कि द्वैतीयिक अल्कोहलोंमें एक—CH(OH) समूह होता है जो दो एल्किल मूलकोंसे जुड़ा रहता है। अतः द्वैतीयिक अल्कोहलोंका सामान्य-सूत्र R.CH(OH). R′ है (जहां R और R′ दो भिन्न या समान एल्किल मूलक हैं)।

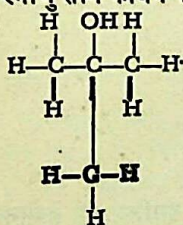
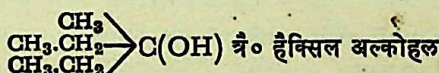
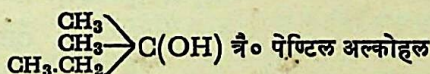
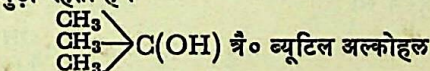
(*iii*) **त्रैतीयिक अल्कोहल.** त्रैतीयिक अल्कोहलोंमें—OH मूलकसे जुड़ा कार्बन परमाणु तीन कार्बन परमाणुओंसे जुड़ा रहता है।

```
   H  OH H
   |  |  |
H—C—C—C—H
   |  |  |
   H  |  H
      |
    H—C—H
      |
      H
```

अर्थात्

$(CH_3)(CH_3)(CH_3)>C(OH)$ त्रै० ब्यूटिल अल्कोहल

$(CH_3)(CH_3)(CH_3.CH_2)>C(OH)$ त्रै० पेण्टिल अल्कोहल

$(CH_3)(CH_3.CH_2)(CH_3.CH_2)>C(OH)$ त्रै० हैक्सिल अल्कोहल

स्पष्ट है कि त्रैतीयिक अल्कोहलोंमें एक $>C(OH)$ समूह अवश्य होता है, जो तीन एल्किल मूलकोंसे जुड़ा रहता है। इसलिए त्रै[illegible]क अल्कोहलोंका सामान्य सूत्र

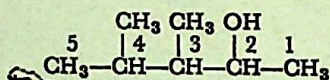
$(R)(R')(R'')>C(OH)$ है (जहां R, R′ और R″ भि[illegible] या समान एल्किल मूलक हैं)।

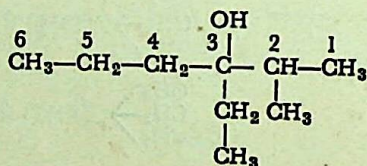
नामकरण.

जिनेवा प्रणालीसे जटिल रचनावाले अल्कोहलोंके नाम भी सरलतासे लिख सकते हैं। कुछ साधारण अल्कोहलोंके जिनेवा नाम इस प्रकार हैं :

सूत्र	साधारण नाम	जिनेवा नाम
CH_3OH	मेथिल अल्कोहल	मेथेनॉल
C_2H_5OH	एथिल अल्कोहल	एथेनॉल
C_3H_7OH	प्रोपिल अल्कोहल	प्रोपेनॉल
C_4H_9OH	ब्यूटिल अल्कोहल	ब्यूटेनॉल

किसी अल्कोहलका नाम लिखनेके लिए उसकी सबसे लम्बी वह कार्बन श्रृंखला चुनते हैं जिसके किसी कार्बन परमाणुसे OH मूलक जुड़ा हो। इस श्रृंखलाके जिस सिरेसे OH मूलक निकट पड़ता है, उससे कार्बन परमाणुओंका अंकन (numbering) कर लेते हैं, जैसे :

```
            CH3  CH3  OH
   5       |4   |3   |2   1
 CH3—CH—CH—CH—CH3
```

इस श्रृंखलामें पांच कार्बन परमाणु हैं, इसलिए यह पेण्टेनका व्युत्पन्न माना जायेगा। —OH मूलक दूसरे कार्बन परमाणुसे संयुक्त है, इसलिए यह पेण्टेनॉल—2(पेण्टेन + ऑल; 'ऑल' जिनेवा प्रणालीके अनुसार अल्कोहलोंके नामोंका प्रत्यय है) हो गया। चूंकि C–3 और C–4 से एक-एक मेथिल मूलक जुड़ा है इसलिए इसका पूरा नाम 3–मेथिल, 4–मेथिल पेण्टेनॉल–2, या 3,4–डाइमेथिल पेण्टेनॉल–2 हुआ। एक और उदाहरण लो :

```
                          OH
  6       5       4      3|    2     1
CH3—CH2—CH2—C— CH—CH3
                          |     |
                        CH2  CH3
                          |
                        CH3
```

इसमें सबसे लम्बी श्रृंखला 6 कार्बन परमाणुओंकी है, इसलिए यह हेक्सेनका व्युत्पन्न हुआ।

यहां C–2 से मेथिल और C–3 से एथिल तथा हाइड्रॉक्सिल मूलक संयुक्त हैं। इसलिए इसका नाम 2–मेथिल, 3–एथिल हेक्सेनॉल–3 हुआ।

बनानेकी विधियां.

1. **एल्किल हेलाइडोंका जलापच्छेदन करके.** जलीय कास्टिक क्षारोंको एल्किल हेलाइडोंके साथ गर्म करनेसे -

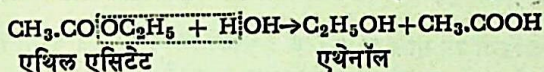
$$CH_3Br + KOH \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CH_3OH + KBr$$

मेथिल ब्रोमाइड → मेथिल अल्कोहल

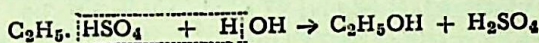
2. एस्टरोंके जलविच्छेदनसे.

(*i*) कार्बनिक एस्टरोंसे. कार्बनिक एस्टरोंको R.COOR′ लिख सकते हैं, जहां R और R′ एल्किल मूलक हैं (R हाइड्रोजन परमाणु भी हो सकता है)। इनको कास्टिक क्षारोंके जलीय घोलके साथ गर्म करनेसे अल्कोहल बनते हैं :

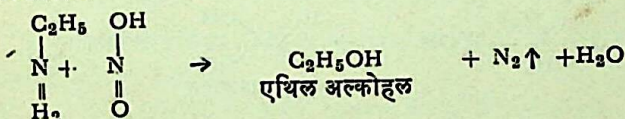
$$CH_3.CO\,OC_2H_5 + H\,OH \rightarrow C_2H_5OH + CH_3.COOH$$

एथिल एसिटेट — एथेनॉल

क्षारोंसे प्राप्त —OH′ आयनों द्वारा प्रतिक्रिया उत्प्रेरित होती है।

(*ii*) अकार्बनिक एस्टरोंसे. अकार्बनिक एस्टरोंको R·A लिख सकते हैं जहां R कोई एल्किल मूलक और A कोई अकार्बनिक अम्लीय मूलक (जैसे–HSO_4, $>SO_4$ $-NO_2$, –Cl, –Br, –I, –CN) है। इन्हें भी कास्टिक क्षारोंके साथ गर्म करनेसे अल्कोहल प्राप्त होते हैं।

$$C_2H_5.\,HSO_4 + H\,OH \rightarrow C_2H_5OH + H_2SO_4$$

एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट

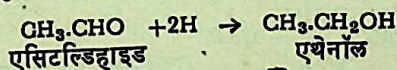
3. प्राथमिक एमीनों पर नाइट्रस अम्लकी क्रियासे. R—NH_2 सूत्रके यौगिक, जहां R कोई एल्किल मूलक है, प्राथमिक एमीन कहलाते हैं। इन पर नाइट्रस अम्ल की क्रियासे :

$$\begin{matrix} C_2H_5 \\ | \\ N \\ \| \\ H_2 \end{matrix} + \begin{matrix} OH \\ | \\ N \\ \| \\ O \end{matrix} \rightarrow C_2H_5OH + N_2\uparrow + H_2O$$

एथिलेमीन — नाइट्रस अम्ल — एथिल अल्कोहल

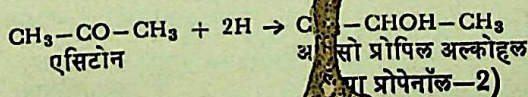
नाइट्रस अम्ल एक अस्थायी पदार्थ है। इसलिए इसकी जगह सोडियम नाइट्राइट और तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्लका मिश्रण लेते हैं।

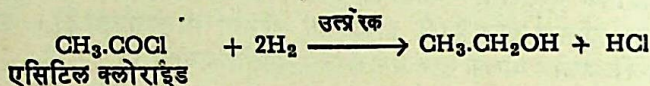
4. अल्डिहाइडों, कीटोनों और अम्ल क्लोराइडोंके अवकरणसे. अल्डिहाइडों का सूत्र R—CHO है जिसमें R कोई एल्किल मूलक या हाइड्रोजन परमाणु है। इनको हाइड्रोजन द्वारा अवकृत करके प्राथमिक अल्कोहल बनाये जाते हैं :

$$CH_3.CHO + 2H \rightarrow CH_3.CH_2OH$$

एसिटल्डिहाइड — एथेनॉल

कीटोनोंका सामान्य सूत्र R—CO—R′ [illegible]समें R और R′ भिन्न या समान एल्किल मूलक हैं। इनको हाइड्रोजन द्वारा अव[illegible]करके द्वैतीयिक अल्कोहल बनाये जाते हैं :

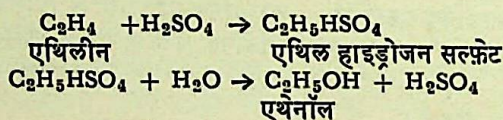
$$CH_3-CO-CH_3 + 2H \rightarrow CH_3-CHOH-CH_3$$

एसिटोन — आइसो प्रोपिल अल्कोहल ([illegible]या प्रोपेनॉल—2)

अम्ल क्लोराइडों का सामान्य सूत्र R—COCl है जिसमें R कोई एल्किल मूलक है। इनको हाइड्रोजन द्वारा अवकृत करके प्राथमिक अल्कोहल बनते हैं :

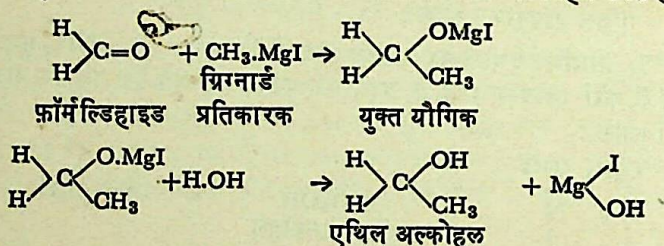
$$\underset{\text{एसिटिल क्लोराइड}}{CH_3.COCl} + 2H_2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} CH_3.CH_2OH + HCl$$

5. **ओलीफ़िनों पर सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रियासे.** सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लमें ओलीफ़िनको घोलकर, घोलमें पानी मिलाकर उबालनेसे :

जैसे—

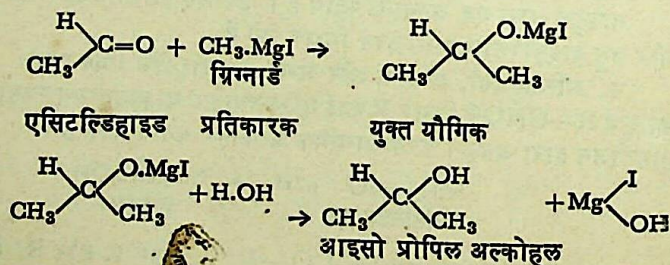
$$\underset{\text{एथिलीन}}{C_2H_4} + H_2SO_4 \rightarrow \underset{\text{एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट}}{C_2H_5HSO_4}$$

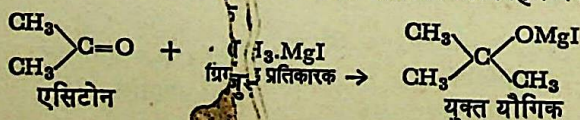
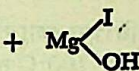
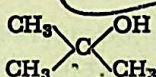
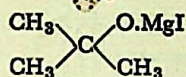
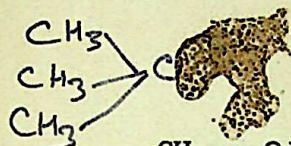
$$C_2H_5HSO_4 + H_2O \rightarrow \underset{\text{एथेनॉल}}{C_2H_5OH} + H_2SO_4$$

6. **ग्रिग्नार्ड प्रतिकारकों (R.Mg X) पर अल्डिहाइडों या कीटोनोंकी क्रियासे.** फ़ॉर्मेल्डिहाइड पर ग्रिग्नार्ड प्रतिकारककी क्रियासे प्राथमिक अल्कोहल बनते हैं—

$$\underset{\text{फ़ॉर्मेल्डिहाइड}}{(H)(H)C=O} + \underset{\text{ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक}}{CH_3.MgI} \rightarrow \underset{\text{युक्त यौगिक}}{(H)(H)C(OMgI)(CH_3)}$$

$$(H)(H)C(O.MgI)(CH_3) + H.OH \rightarrow \underset{\text{एथिल अल्कोहल}}{(H)(H)C(OH)(CH_3)} + Mg(I)(OH)$$

अन्य सब अल्डिहाइड ग्रिग्नार्ड प्रतिकारकसे प्रतिक्रिया करके द्वैतीयिक अल्कोहल बनाते हैं :

$$\underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{(H)(CH_3)C=O} + \underset{\text{ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक}}{CH_3.MgI} \rightarrow \underset{\text{युक्त यौगिक}}{(H)(CH_3)C(O.MgI)(CH_3)}$$

$$(H)(CH_3)C(O.MgI)(CH_3) + H.OH \rightarrow \underset{\text{आइसो प्रोपिल अल्कोहल}}{(H)(CH_3)C(OH)(CH_3)} + Mg(I)(OH)$$

कीटोनों पर ग्रिग्नार्ड प्रतिकारककी क्रियासे त्रैतीयिक अल्कोहल बनते हैं :

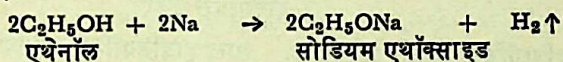
$$\underset{\text{एसिटोन}}{(CH_3)(CH_3)C=O} + CH_3.MgI \xrightarrow{\text{ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक}} \underset{\text{युक्त यौगिक}}{(CH_3)(CH_3)C(OMgI)(CH_3)}$$

त्रैतीयिक ब्यूटिल अल्कोहल

सामान्य गुण.

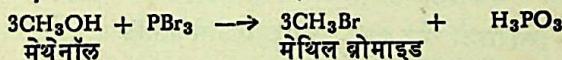
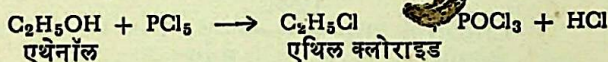
$C_{11}H_{23}OH$ तकके सदस्य द्रव हैं। इससे ऊपरके अल्कोहल मोम जैसे ठोस हैं। मेथिल, और एथिल अल्कोहल पानीमें मिलनशील हैं। ऊंचे सदस्योंकी घुलनशीलता अणु-भार बढ़नेके साथ कम होती जाती है। अल्कोहल पानीसे हल्के होते हैं। इनका आपेक्षिक घनत्व अणु-भारके साथ बढ़ता जाता है। ये नशीले पदार्थ हैं।

मॉनोहाइड्रिक अल्कोहलोंका कुछ व्यवहार पानीके समान (हाइड्रॉक्सिल मूलकके कारण) और कुछ हाइड्रोकार्बनोंके समान (एल्किल मूलकके कारण) होता है।

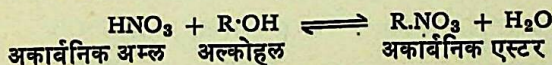
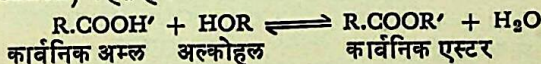
1. **सोडियम (या पोटैसियम) की क्रिया.** हाइड्रोजन और सोडियम (या पोटैसियम) अल्कॉक्साइड बनते हैं :

$$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2\uparrow$$
एथेनॉल — सोडियम एथॉक्साइड

2. **फ़ॉस्फ़ोरस हेलाइडोंकी क्रिया.** एल्किल हेलाइड बनते हैं—

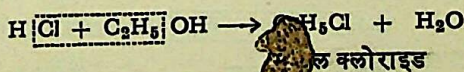
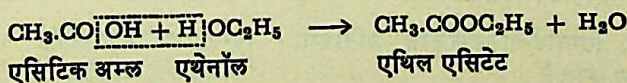
$$C_2H_5OH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$
एथेनॉल — एथिल क्लोराइड

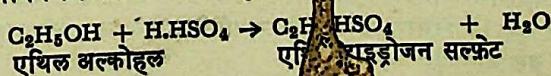
$$3CH_3OH + PBr_3 \longrightarrow 3CH_3Br + H_3PO_3$$
मेथेनॉल — मेथिल ब्रोमाइड

3. **अम्लोंसे प्रतिक्रिया.** एस्टर (esters) बनते हैं। इस क्रियाको एस्टरीकरण (esterification) कहते हैं।

$$R.COOH' + HOR \rightleftharpoons R.COOR' + H_2O$$
कार्बनिक अम्ल — अल्कोहल — कार्बनिक एस्टर

$$HNO_3 + R{\cdot}OH \rightleftharpoons R.NO_3 + H_2O$$
अकार्बनिक अम्ल — अल्कोहल — अकार्बनिक एस्टर

ये प्रतिक्रियाएं उत्क्रमणीय होती हैं, इसलिए इनको किसी निर्जलीकारक (जैसे सान्द्र H_2SO_4, $ZnCl_2$) की उपस्थितिमें किया जाता है :

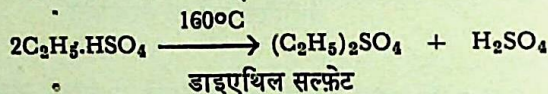
$$CH_3.CO\fbox{OH + H}OC_2H_5 \longrightarrow CH_3.COOC_2H_5 + H_2O$$
एसिटिक अम्ल — एथेनॉल — एथिल एसिटेट

$$H\fbox{Cl + C_2H_5}OH \longrightarrow C_2H_5Cl + H_2O$$
एथिल क्लोराइड

सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रिया. पहले एल्किल हाइड्रोजन सल्फ़ेट (एस्टर) बनता है जो भिन्न दशाओंमें भिन्न यौगिक बनाता है :

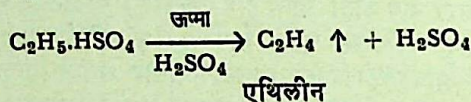
$$C_2H_5OH + H.HSO_4 \rightarrow C_2H_5HSO_4 + H_2O$$
एथिल अल्कोहल — एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट

विभिन्न दशाओंमें एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेटसे निम्न यौगिक बनते हैं :

(*i*) 160°C तक गर्म करनेसे डाइएथिल सल्फ़ेट बन जाता है।

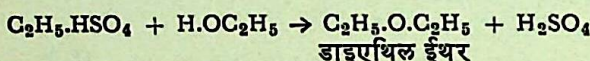
$$2C_2H_5.HSO_4 \xrightarrow{160°C} (C_2H_5)_2SO_4 + H_2SO_4$$

डाइएथिल सल्फ़ेट

(*ii*) H_2SO_4 की अधिकतामें गर्म करनेसे एथिलीन बनती है।

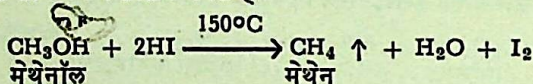
$$C_2H_5.HSO_4 \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{ऊष्मा}} C_2H_4 \uparrow + H_2SO_4$$

एथिलीन

(*iii*) अल्कोहलकी अधिकतामें गर्म करने पर डाइएथिल ईथर बनता है।

$$C_2H_5.HSO_4 + H.OC_2H_5 \rightarrow C_2H_5.O.C_2H_5 + H_2SO_4$$

डाइएथिल ईथर

सान्द्र हाइड्रियॉडिक अम्लसे प्रतिक्रिया. सान्द्र हाइड्रियॉडिक अम्लके आधिक्य (excess) में उचित ताप पर पैराफ़िन बनते हैं :

$$CH_3OH + 2HI \xrightarrow{150°C} CH_4 \uparrow + H_2O + I_2$$

मेथेनॉल → मेथेन

4. अम्ल क्लोराइडों और अम्ल अनहाइड्राइडोंसे प्रतिक्रिया. एस्टर बनते हैं :

$$R.CO\,\fbox{Cl + H}\,OR' \rightarrow R.COOR' + HCl$$

अम्ल क्लोराइड → एस्टर

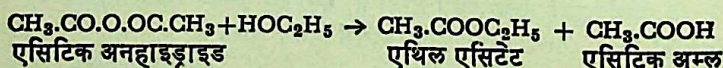
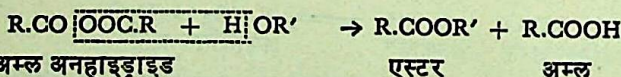
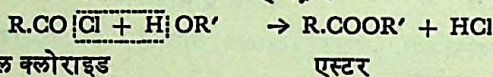
$$CH_3.COCl + HOC_2H_5 \rightarrow CH_3.COOC_2H_5 + HCl$$

एसिटिल क्लोराइड → एथिल एसिटेट

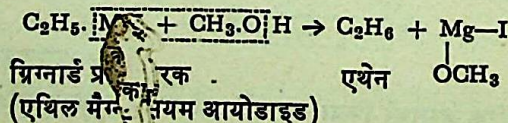
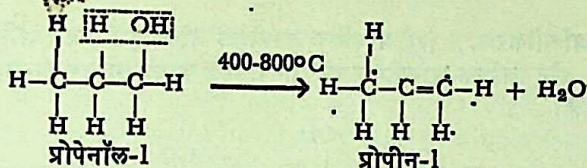
$$R.CO\,\fbox{OOC.R + H}\,OR' \rightarrow R.COOR' + R.COOH$$

अम्ल अनहाइड्राइड → एस्टर, अम्ल

$$CH_3.CO.O.OC.CH_3 + HOC_2H_5 \rightarrow CH_3.COOC_2H_5 + CH_3.COOH$$

एसिटिक अनहाइड्राइड → एथिल एसिटेट, एसिटिक अम्ल

5. ग्रिग्नार्ड-प्रतिकारकोंसे प्रतिक्रिया. ग्रिग्नार्ड-प्रतिकारकोंकी प्रतिक्रियासे पैराफ़िन बनते हैं :

$$C_2H_5.\fbox{MgI + CH_3.O}\,H \rightarrow C_2H_6 + Mg(I)-OCH_3$$

ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक (एथिल मैग्नीशियम आयोडाइड) → एथेन

6. निर्जलीकरण. अल्कोहलोंको 400°-800°C के बीच गर्म करने पर OH मूलक और एक H परमाणु संयुक्त होकर, पानीका एक अणु अलग कर देते हैं तथा ओलीफ़िन बन जाता है :

इस प्रतिक्रियाकी सहायतासे प्राथमिक, द्वैतीयिक और त्रैतीयिक अल्कोहलोंको एक दूसरेमें बदला जा सकता है :

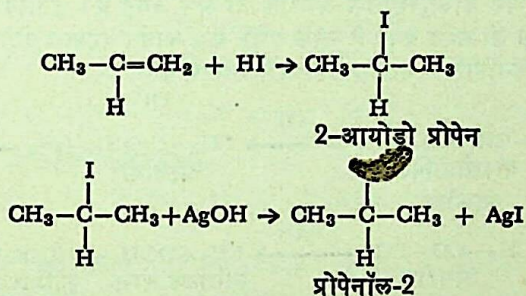
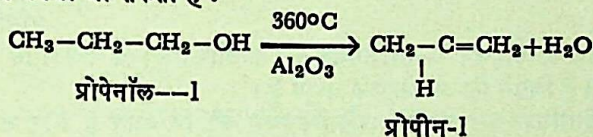
$$CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow[Al_2O_3]{360°C} CH_2-\underset{|}{\overset{}{C}}H=CH_2+H_2O$$

प्रोपेनॉल—1 → प्रोपीन-1

$$CH_3-CH=CH_2 + HI \rightarrow CH_3-CHI-CH_3$$

2-आयोडो प्रोपेन

$$CH_3-CHI-CH_3+AgOH \rightarrow CH_3-CH(OH)-CH_3 + AgI$$

प्रोपेनॉल-2

7. **विहाइड्रोजनीकरण.** लाल गर्म तांबे या निकिल परसे प्रवाहित करने पर :

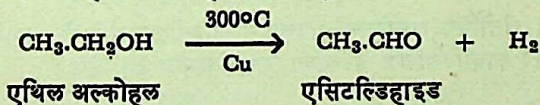
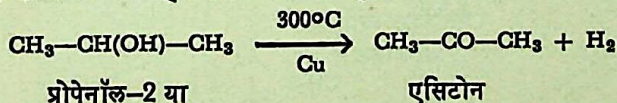
(*i*) प्राथमिक अल्कोहलोंसे अल्डिहाइड बनते हैं :

$$CH_3.CH_2OH \xrightarrow[Cu]{300°C} CH_3.CHO + H_2$$

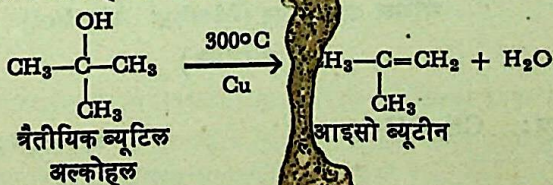
एथिल अल्कोहल → एसिटल्डिहाइड

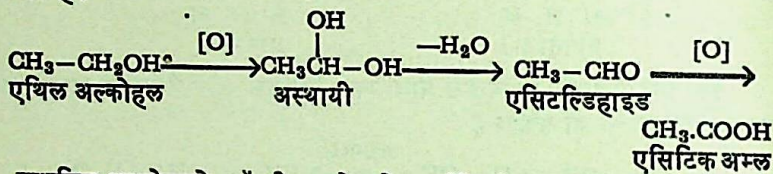
(*ii*) द्वैतीयिक अल्कोहलोंसे कीटोन बनते हैं :

$$CH_3-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow[Cu]{300°C} CH_3-CO-CH_3 + H_2$$

प्रोपेनॉल—2 या आइसो प्रोपिल अल्कोहल → एसिटोन

(*iii*) त्रैतीयिक अल्कोहलोंसे ओलीफ़िन बनते हैं :

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{OH}{C}}-CH_3 \xrightarrow[Cu]{300°C} CH_3-\underset{CH_3}{C}=CH_2 + H_2O$$

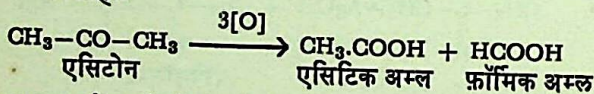
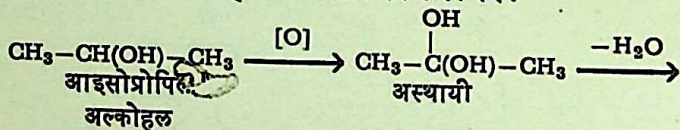
त्रैतीयिक ब्यूटिल अल्कोहल → आइसो ब्यूटीन

8. ऑक्सीकरण. (*i*) प्राथमिक अल्कोहल ऑक्सीकृत होकर अल्डिहाइड बन जाता है। और अधिक ऑक्सीकरणसे अल्डिहाइड कार्बाक्सिलिक अम्लमें परिवर्तित हो जाता है।

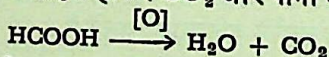
$$\underset{\text{एथिल अल्कोहल}}{CH_3-CH_2OH} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{अस्थायी}}{CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-OH} \xrightarrow{-H_2O} \underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{CH_3-CHO} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3.COOH}$$

प्राथमिक अल्कोहलके ऑक्सीकरणसे बने कार्बाक्सिलिक अम्लमें उतने ही कार्बन परमाणु होते हैं जितने कि अल्कोहलके अणुमें हैं।

(*ii*) द्वैतीयिक अल्कोहलोंके ऑक्सीकरणसे कीटोन बनते हैं और बादमें तीव्र ऑक्सीकरण पर कार्बाक्सिलिक अम्लोंके दो अणु बनते हैं। द्वैतीयिक अल्कोहलोंके ऑक्सीकरणसे जो अम्ल बनते हैं उनके अणुमें कम कार्बन परमाणु होते हैं।

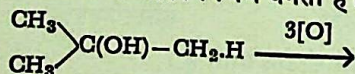
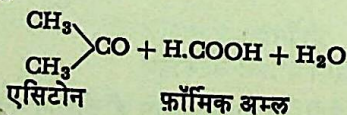
जैसे आइसोप्रोपिल अल्कोहलका ऑक्सीकरण करने पर :

$$\underset{\text{आइसोप्रोपिल अल्कोहल}}{CH_3-CH(OH)-CH_3} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{अस्थायी}}{CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}(OH)-CH_3} \xrightarrow{-H_2O}$$

$$\underset{\text{एसिटोन}}{CH_3-CO-CH_3} \xrightarrow{3[O]} \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3.COOH} + \underset{\text{फ़ॉर्मिक अम्ल}}{HCOOH}$$

फ़ॉर्मिक अम्ल और ऑक्सीकृत होकर CO_2 और पानी देता है।

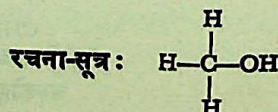
$$HCOOH \xrightarrow{[O]} H_2O + CO_2$$

(*iii*) त्रैतीयिक अल्कोहल कठिनाईसे ऑक्सीकृत होते हैं। इनके ऑक्सीकरणसे कीटोन और कार्बाक्सिलिक अम्लोंका मिश्रण बनता है। जैसे :

$$\underset{\text{त्रैतीयिक ब्यूटिल अल्कोहल}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C(OH)-CH_2.H} \xrightarrow{3[O]}$$

$$\underset{\text{एसिटोन}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>CO} + \underset{\text{फ़ॉर्मिक अम्ल}}{H.COOH} + H_2O$$

मेथिल अल्कोहल (Methyl Alcohol)

(कार्बिनॉल, मेथेनॉल)

युक्ति-सूत्र : CH_3OH

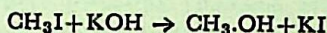
रचना-सूत्र : $H-\overset{H}{\overset{|}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}}-OH$

यह मोनोहाइड्रिक अल्कोहलोंकी सधर्ममालाका पहला सदस्य है।

प्रकृतिमें इसके एस्टर मिलते हैं। इसका सैलिसिलिक अम्लके साथ बना हुआ एस्टर 'मेथिल सैलिसिलेट' अपनी सुगन्धके कारण 'विण्टर ग्रीनके तेल' (oil of winter green) के नामसे वहुत प्रसिद्ध है। मेथेनॉल सबसे पहले लकड़ीके भंजक आसवनसे प्राप्त किया गया था, इसलिए इसको 'लकड़ीकी मदिरा' (wood spirit) या वुड नैप्था (wood naphtha) भी कहते हैं।

बनानेकी विधियां.

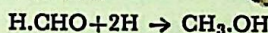
मेथेनॉल किसी भी सामान्य विधिसे वनाया जा सकता है लेकिन निम्नलिखित विधियां अधिक उपयुक्त हैं:

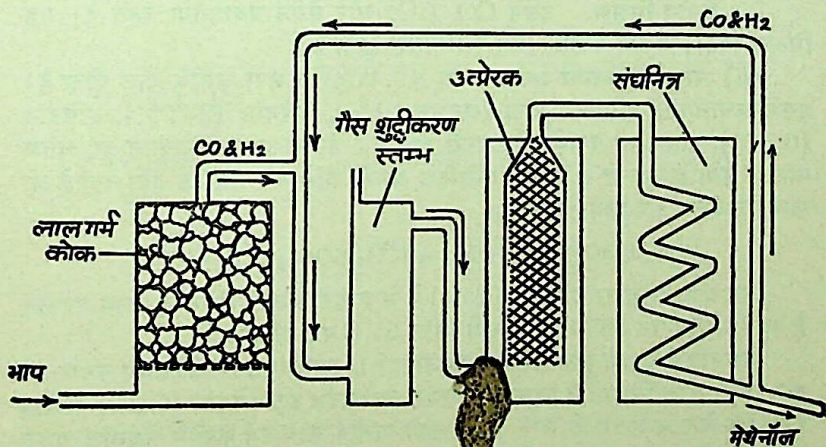
1. **मेथिल आयोडाइडके जल-विच्छेदनसे.** क्षारके जलीय घोलके साथ गर्म करके :

$$CH_3I + KOH \rightarrow CH_3.OH + KI$$

2. **मेथिल एसिटेटके जलविच्छेदनसे.** क्षारके जलीय घोलके साथ गर्म करके—

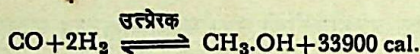
$$CH_3.CO\boxed{OCH_3 + H}OK \rightleftharpoons CH_3.OH + CH_3.COOK$$

3. **फ़ॉर्मल्डिहाइडके अवकरणसे.**

$$H.CHO + 2H \rightarrow CH_3.OH$$

कल्पन.

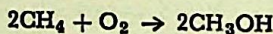
1. **कार्बन मोनॉक्साइड और हाइड्रोजनसे (कल्पन).** मेथेनॉलको व्यापारिक मात्रामें वनानेकी यह आधुनिक विधि है (चित्र 24)। CO और H_2 का मिश्रण 200-

चित्र 24. कार्बन मोनॉक्साइड और हाइ[illegible]जनसे मेथेनॉलका कल्पन।

300 वा०म० दाब पर 350°C तक गर्म उत्प्रेरक[illegible]र प्रवाहित किया जाता है। ज़िंक, क्रोमियम और आयरनके ऑक्साइड उत्प्रेरकक[illegible]करते हैं।

$$CO + 2H_2 \overset{\text{उत्प्रेरक}}{\rightleftharpoons} CH_3.OH + 33900 \text{ cal.}$$

प्रतिक्रिया उत्क्रमणीय है और मेथेनॉलके बननेसे प्रतिकारकों (reactants) के आयतनमें कमी होती है (तीन आयतनसे कम होकर एक आयतन रह जाता है)। प्रति ग्रामअणु (per gm. mole.) मेथेनॉलके बनने पर 33900 कैलोरी ऊष्मा निकलती है, इसलिए लु-शतेलिये (Le-Chatelier) के सिद्धान्तानुसार ऊंचे दाव और कम ताप पर मेथेनॉलकी लब्धि अधिक होती है। अनुभवसे देखा गया है 350°C ताप और 200-300 वायुमण्डल दाव पर लब्धि अच्छी होती है।

उचित अनुपातोंसे इस विधि द्वारा 99 % शुद्ध मेथेनॉलकी पूरी लब्धि प्राप्त की जा सकती है।

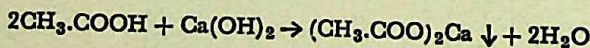
2. मेथेनके ऑक्सीकरणसे. यह विधि और भी आधुनिक है। इसमें मेथेनका उत्प्रेरक ऑक्सीकरण (अर्थात् ऊत्प्रेरककी उपस्थितिमें ऑक्सीकरण) किया जाता है। मेथेन और ऑक्सीजनका 9 : 1 के अनुपातमें वना हुआ मिश्रण 100 वा० म० दाव तक सम्पीडित करके 200°C तापकी कॉपरकी नलीसे प्रवाहित किया जाता है।

$$2CH_4 + O_2 \rightarrow 2CH_3OH$$

3. लकड़ीके भंजक आसवनसे. यह सबसे पुरानी विधि है और पहले बहुत इस्तेमाल की जाती थी लेकिन अब इसका महत्त्व कम हो गया है क्योंकि संश्लेषण (synthetic) विधियां सस्ती और अच्छी हैं।

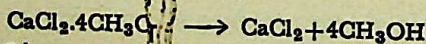
इस विधिमें लकड़ीके बुरादे (saw dust) को लोहेके बड़े रिटॉर्टमें हवाकी अनुपस्थितिमें 400°C तक गर्म करते हैं जिससे निम्नलिखित पदार्थ मिलते हैं :

(*i*) **गैसीय मिश्रण.** इसमें CO, CO_2 और मेथेन प्रधानतया रहते हैं। यह मिश्रण रिटॉर्टको गर्म करनेके लिए ईंधन सिद्ध होता है।

(*ii*) **पायरोलिग्नियस अम्ल.** यह कई पदार्थोंका भूरा जलीय घोल होता है। इसमें प्रधानतया एसिटिक अम्ल (लगभग 10 %), मेथेनॉल (2–3 %), एसिटोन (0·5 %), कुछ अन्य पदार्थ और पानी होते हैं। इसकी वाष्पको उबलते हुए चूनेके पानीमें प्रवाहित करते हैं जिससे एसिटिक अम्ल, कैल्सियम एसिटेट बना देता है जो छानकर अलग कर लिया जाता है।

$$2CH_3.COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (CH_3.COO)_2Ca \downarrow + 2H_2O$$

अब प्रभाजन द्वारा छनित (filtrate) में से एसिटोन और मेथेनॉल अलग कर लेते हैं क्योंकि एसिटोन 56°C पर और मेथेनॉल 65°C पर उबलता है।

मेथेनॉलमें कुछ न कुछ एसिटोन रह जाता है। इसलिए उसमें कैल्सियम क्लोराइड का जलीय घोल मिलाते हैं जिससे कैल्सियम क्लोराइड टेट्रामेथेनॉल ($CaCl_2.4CH_3OH$) के केलास अलग हो जाते हैं। इनको पानीके साथ गर्म करनेसे मेथेनॉल प्राप्त होता है।

$$CaCl_2.4CH_3OH \longrightarrow CaCl_2 + 4CH_3OH$$

इसे चूने (CaO) पर सुखा कर दुबारा आसवित करनेसे शुद्ध मेथेनॉल मिल जाता है।

(*iii*) काष्ठ टार (**Wood tar**). यह एक गाढ़ा पदार्थ है जिससे अनेक कृमिनाशक (antiseptics) और कीटाणुनाशक (disinfectants), ईंधन (fuels) और सड़कें बनानेवाला 'टार' (tar) प्राप्त होते हैं।

(*iv*) काष्ठ-चारकोल (**Wood charcoal**). रिटॉर्टमें काष्ठ चारकोल बच रहता है।

गैसीय मिश्रण
CO, CO_2, CH_4 आदि

↑

लकड़ीके बुरादेका आसवन

↓ काष्ठ टार ↓ काष्ठ चारकोल

पायरोलिग्नियस अम्ल —— छनितका प्रभाजक आसवन

↓ $Ca(OH)_2$

$(CH_3COO)_2Ca\downarrow$

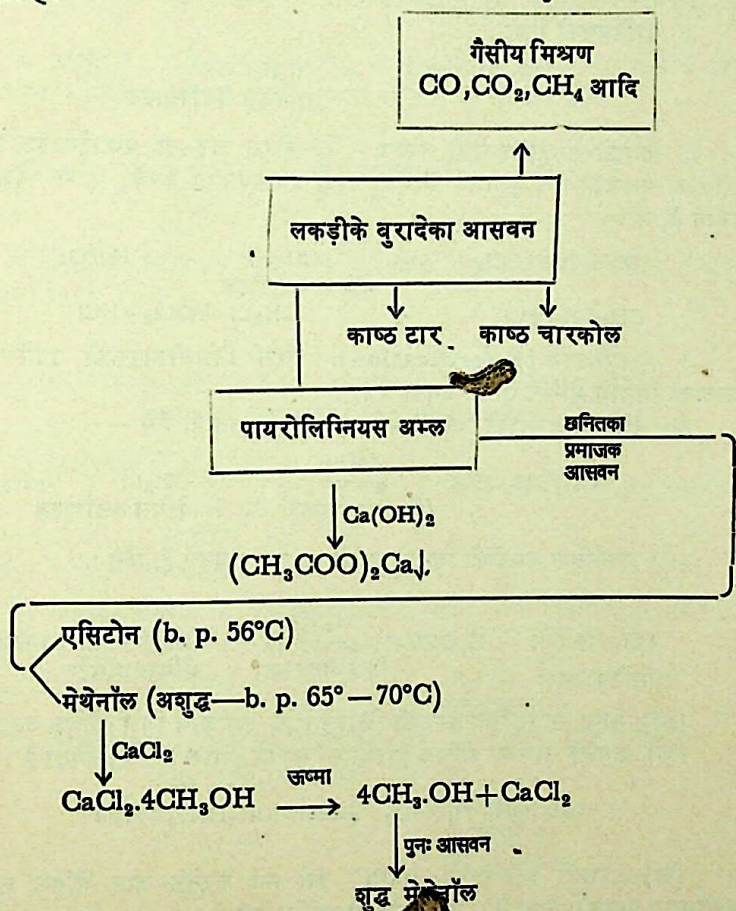
एसिटोन (b. p. 56°C)

मेथेनॉल (अशुद्ध—b. p. 65° — 70°C)

↓ $CaCl_2$

$$CaCl_2.4CH_3OH \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} 4CH_3.OH + CaCl_2$$

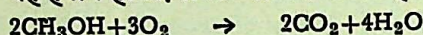
↓ पुनः आसवन

शुद्ध मेथेनॉल

गुण.

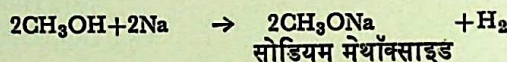
यह रंगहीन द्रव है। पानीके साथ यह सब अनुपातोंमें मिलनशील (miscible) है। इसका क्वथनांक 64·7°C है। इसमें स्पिरिट जैसी गन्ध होती है। इसका स्वाद तेज (burning) होता है। इसके पीनेसे पहले नशा आता है, फिर धीरे-धीरे आंखोंकी ज्योति जाती रहती है, यहां तक कि मनुष्य अन्धा हो जाता है। बहुत पी लेनेसे मृत्यु हो जाती है।

यह अल्कोहलोंकी सब सामान्य प्रतिक्रियाएं देता है लेकिन इसकी कुछ विशेष प्रतिक्रियाएं भी हैं।

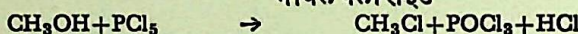
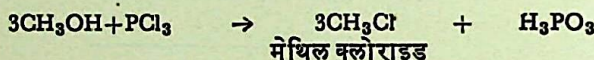
1. **ज्वलन.** यह हवामें हल्की नीली ज्वालासे जलता है।

$$2CH_3OH+3O_2 \rightarrow 2CO_2+4H_2O$$

इसकी वाष्प हवाके साथ विस्फोटक मिश्रण बनाती है।

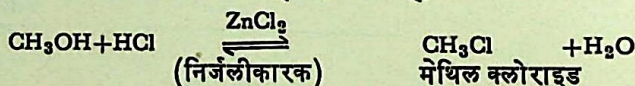
2. **सोडियमकी क्रिया.**

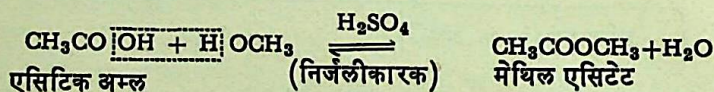
$$2CH_3OH+2Na \rightarrow \underset{\text{सोडियम मेथॉक्साइड}}{2CH_3ONa} + H_2$$

3. **फ़ॉस्फ़ोरस हैलाइडोंकी क्रिया.** फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइ–या पेण्टाहेलाइड हाइड्रॉक्सिल मूलकको एक हैलोजन परमाणु द्वारा प्रतिस्थापित करके, मेथिल हेलाइड बनाते हैं, जैसे—

$$3CH_3OH+PCl_3 \rightarrow \underset{\text{मेथिल क्लोराइड}}{3CH_3Cl} + H_3PO_3$$

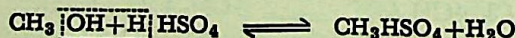
$$CH_3OH+PCl_5 \rightarrow CH_3Cl+POCl_3+HCl$$

4. **एस्टरीकरण (Esterification).** किसी निर्जलीकारककी उपस्थितिमें अम्लकी क्रियासे मेथिल एस्टर बनता है।

(*i*) हैलोजन अम्लोंकी क्रियासे मेथिल हेलाइड बनते हैं, जैसे—

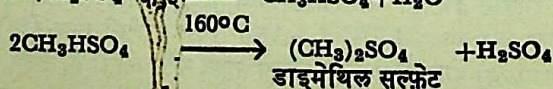
$$CH_3OH+HCl \underset{\text{(निर्जलीकारक)}}{\overset{ZnCl_2}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{मेथिल क्लोराइड}}{CH_3Cl} + H_2O$$

(*ii*) कार्बनिक अम्लोंकी क्रियासे कार्बनिक एस्टर बनते हैं, जैसे :

$$\underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3CO\,\boxed{OH + H}\,OCH_3} \underset{\text{(निर्जलीकारक)}}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{मेथिल एसिटेट}}{CH_3COOCH_3}+H_2O$$

(*iii*) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रियासे भिन्न दशाओंमें भिन्न यौगिक बनते हैं।

(क) कमरेके ताप पर मेथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट (अम्ल एस्टर) बनता है।

$$CH_3\,\boxed{OH+H}\,HSO_4 \rightleftharpoons CH_3HSO_4+H_2O$$

(ख) अम्लकी अधिकतामें 160°C तक गर्म करनेसे डाइ मेथिल सल्फ़ेट (सामान्य एस्टर) बनता है। प्रतिक्रिया दो पदोंमें होती है।

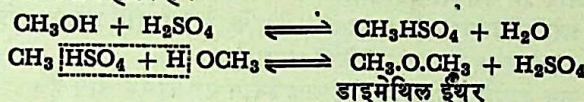
$$CH_3OH+H_2SO_4 \overset{\text{कमरे}}{\rightleftharpoons} CH_3HSO_4+H_2O$$

$$2CH_3HSO_4 \xrightarrow{160^\circ C} \underset{\text{डाइमेथिल सल्फ़ेट}}{(CH_3)_2SO_4} + H_2SO_4$$

[अन्य अल्कोहल इन्हीं दशाओंमें ओलीफ़िन बनाते हैं।]

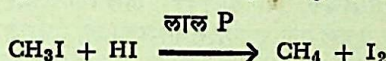
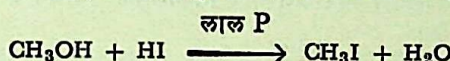
(ग) अल्कोहलकी अधिकतामें 140°C तक गर्म करनेसे डाइमेथिल ईथर बनता है। प्रतिक्रिया दो पदोंमें होती है।

$$CH_3OH + H_2SO_4 \rightleftharpoons CH_3HSO_4 + H_2O$$

$$CH_3\,\boxed{HSO_4 + H}\,OCH_3 \rightleftharpoons CH_3.O.CH_3 + H_2SO_4$$

डाइमेथिल ईथर

5. **अवकरण.** लाल फ़ॉस्फ़ोरसकी उपस्थितिमें हाइड्रियॉडिक अम्लके साथ गर्म करनेसे मेथिल अल्कोहल अवकृत होकर मेथेनमें बदल जाता है।

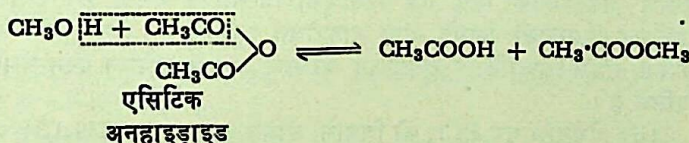
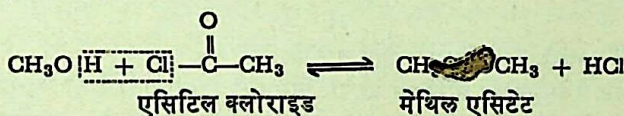
$$CH_3OH + HI \xrightarrow{\text{लाल P}} CH_3I + H_2O$$

$$CH_3I + HI \xrightarrow{\text{लाल P}} CH_4 + I_2$$

6. एसिटिल क्लोराइड और एसिटिक अनहाइड्राइडकी क्रिया से मेथिल एसिटेट (एस्टर) बनता है।

$$CH_3O\,\boxed{H + Cl}\,{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}CH_3 \rightleftharpoons CH_3COOCH_3 + HCl$$

एसिटिल क्लोराइड — मेथिल एसिटेट

$$CH_3O\,\boxed{H + CH_3CO}\!\!\begin{array}{l}\\ \end{array}\!\!>O \;(CH_3CO) \rightleftharpoons CH_3COOH + CH_3{\cdot}COOCH_3$$

एसिटिक अनहाइड्राइड

7. **विहाइड्रोजनीकरण.** सूक्ष्म वितरित निकिल परसे 300°C पर प्रवाहित करनेसे विहाइड्रोजनीकरण द्वारा फ़ॉर्मेल्डिहाइड बनता है।

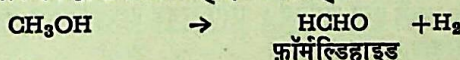
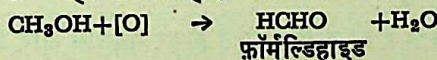
$$CH_3OH \rightarrow HCHO + H_2$$

फ़ॉर्मेल्डिहाइड

8. **ऑक्सीकरण.** पहले फ़ॉर्मेल्डिहाइड और फिर फ़ॉर्मिक अम्ल बनता है।

$$CH_3OH+[O] \rightarrow HCHO + H_2O$$

फ़ॉर्मेल्डिहाइड

$$HCHO+[O] \rightarrow HCOOH$$

फ़ॉर्मिक अम्ल

उपयोग.

1. यह फ़ॉर्मेल्डिहाइड बनानेके काम आता है।
2. एथेनॉलके साथ मिलकर यह 'मेथिलेटेड स्पिरिट'के नामसे बिकता है। एथेनॉल में यदि मेथेनॉल न मिला हो तो लोग उसे नशेके लिए पीने लगते हैं—मेथेनॉल मिला देनेसे वह विषैला हो जाता है और पेयके रूपमें इस्तेमाल नहीं किया जा सकता।
3. घोलकके रूपमें इसका उपयोग किया जाता है।

4. इससे मेथिल सैलिसिलेट और मेथिल ऐन्थ्रानिलेट आदि एस्टर बनाये जाते हैं जो रंगों और इत्र उद्योगोंमें इस्तेमाल किये जाते हैं।

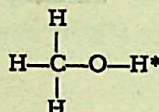
5. ऑटोमोबाइलों (automobiles) के रेडिएटरोंमें इसका हिमनविरोधक (antifreeze) के रूपमें उपयोग किया जाता है।

6. कुछ देशोंमें मेथेनॉलको पेट्रोलके स्थान पर काममें लाते हैं।

रचना.

1. तात्त्विक विश्लेषण और अणु-भार निकालनेकी विधियोंसे मेथेनॉलका अणु-सूत्र CH_4O आता है।

2. कार्बनको चतुर्संयोजक, ऑक्सीजनको द्विसंयोजक और हाइड्रोजनको एक संयोजक मानकर इसका केवल एक रचना-सूत्र लिखा जा सकता है :

```
      H
      |
   H—C—O—H*
      |
      H
```

3. इस सूत्रकी पुष्टि निम्नलिखित बातोंसे होती है :

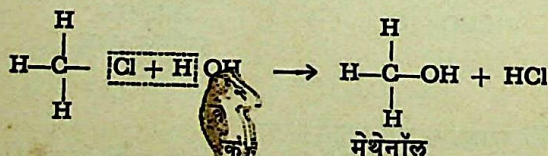
(*i*) जब मेथेनॉल पर सोडियम या पोटैसियमकी क्रिया होती है तो धातुका एक परमाणु हाइड्रोजनके सिर्फ़ एक परमाणुको विस्थापित करता है। इसलिए एक हाइड्रोजन परमाणुकी स्थिति अन्य हाइड्रोजन परमाणुओंसे भिन्न होनी चाहिए। उपरोक्त सूत्रमें चिह्नांकित* हाइड्रोजन परमाणु अन्य हाइड्रोजन परमाणुओंसे भिन्न स्थितिमें है।

(*ii*) मेथेनॉल पर PCl_5 की क्रियासे मेथिल क्लोराइड (CH_3Cl) बनता है इस प्रतिक्रियामें एक क्लोरीन परमाणुने एक हाइड्रोजन तथा एक ऑक्सीजन परमाणु को प्रतिस्थापित कर दिया है। अतः ऑक्सीजन और हाइड्रोजन मेथेनॉलमें एक-संयोजक समूहके रूपमें होने चाहिएं। ऐसा समूह हाइड्रॉक्सिल मूलक ही हो सकता है जो ऊपर दिये सूत्रसे भी मिलता है।

(*iii*) मेथेन पर क्लोरीनकी क्रियासे मेथिल क्लोराइड

```
H╲
H—C—Cl
H╱
```

बनता है जो जलविच्छेदित होकर मेथेनॉल और HCl बनाता है।

```
      H                              H
      |                              |
   H—C— [Cl + H] OH    ——→       H—C—OH + HCl
      |                              |
      H                              H
                                  मेथेनॉल
```

इस संश्लेषणसे भी मेथेनॉलका यही रचना-सूत्र सही सिद्ध होता है।

परीक्षण.

1. (क) मेथेनॉलको अम्लीय पोटैसियम डाइक्रोमेटके साथ गर्म करो या (ख)

तांबे अथवा प्लैटिनमका एक तार लाल गर्म करके मेथेनॉलमें डाल दो। फ़ॉर्मेल्डिहाइड बनेगा जो अपनी विशिष्ट गन्धके कारण पहचान लिया जाता है।

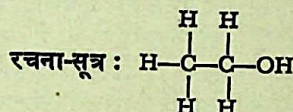
2. एक परखनलीमें कुछ सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल, कुछ मेथेनॉल और थोड़ा सैलिसिलिक अम्ल लेकर धीरे-धीरे गर्म करो। मेथिल सैलिसिलेट्र बननेके कारण विण्टर ग्रीनके तेलकी सुगन्ध आयेगी।

एथिल अल्कोहल (Ethyl Alcohol)

(एथेनॉल)

युक्ति-सूत्र : $CH_3.CH_2.OH$

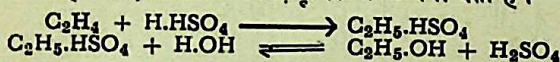
रचना-सूत्र :

```
     H   H
     |   |
  H—C—C—OH
     |   |
     H   H
```

यह मोनोहाइड्रिक अल्कोहलोंकी सधर्ममालाका दूसरा और सबसे महत्त्वपूर्ण सदस्य है। अनेक फलों और वनस्पतियोंमें इसके एस्टर पाये जाते हैं। यह मधुमेह (diabetes) के रोगियोंके मूत्रमें भी होता है और बहुत थोड़ी मात्रामें सामान्य रक्तमें भी पाया जाता है। यह सब शराबोंका मुख्य अवयव है। इसे एथिल अल्कोहलके बजाय केवल 'अल्कोहल' भी कहते हैं। आजकल इसके जिनेवा नाम 'एथेनॉल' को प्रधानता दी जाती है।

बनानेकी विधियां.

इसे किसी सामान्य विधिसे बनाया जा सकता है लेकिन व्यापारिक पैमाने पर इसे नीचे दी गयी विधियोंसे बनाते हैं।

1. **एथिलीनसे.** एथिलीनको दबा (compress) कर सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लमें प्रवाहित करते हैं। पहले एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट बनता है जो पानीके साथ गर्म करनेसे जलविच्छेदित होकर एथेनॉल और सल्फ़्यूरिक अम्ल बना देता है।

$$C_2H_4 + H.HSO_4 \longrightarrow C_2H_5.HSO_4$$
$$C_2H_5.HSO_4 + H.OH \rightleftharpoons C_2H_5.OH + H_2SO_4$$

प्रभाजक आसवनसे अल्कोहलका जलीय घोल प्राप्त होता है और आसवन पात्रमें सल्फ़्यूरिक अम्लका जलीय घोल बच रहता है। इस अम्लको वाष्पन द्वारा सान्द्र करते हैं और फिरसे इसमें एथिलीन प्रवाहित करते हैं। इस प्रकार एथिलीनके अणुमें पानीके अणुका योग होता है।

$$C_2H_4 + H_2O \longrightarrow C_2H_5.OH$$

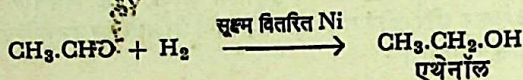
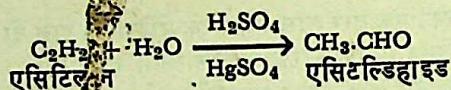
सिद्धान्तमें तो सल्फ़्यूरिक अम्लकी एक ही मात्रा हमेशाके लिए पर्याप्त होनी चाहिए किन्तु कुछ पार्श्व प्रतिक्रियाओं (side reactions) के कारण सल्फ़्यूरिक अम्ल खर्च होता जाता है। इसलिए अम्ल मिलाते रहना पड़ता है।

2. **एसिटिलीनसे.** एसिटिलीनको सल्फ़्यूरिक अम्लमें, मरक्यूरिक सल्फ़ेटकी उपस्थितिमें प्रवाहित करने पर एसिटल्डिहाइड बनता है। एसिटल्डिहाइडके अवकरणसे एथेनॉल बन जाता है।

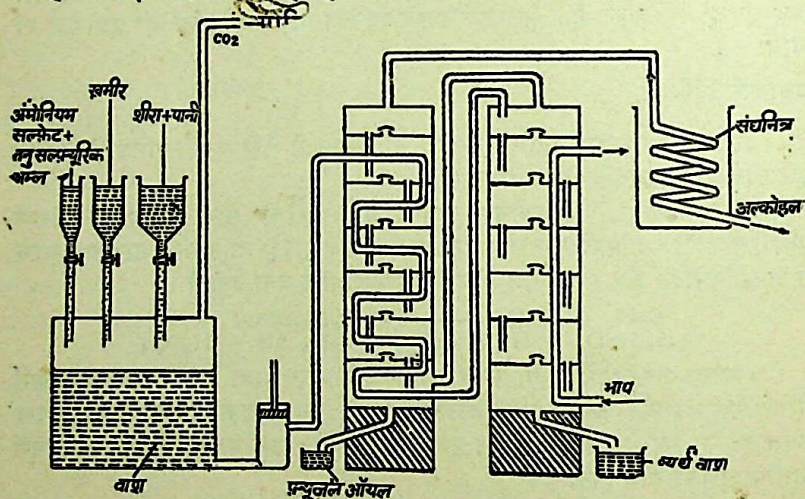
$$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[HgSO_4]{H_2SO_4} CH_3.CHO$$

एसिटिलीन   एसिटल्डिहाइड

$$CH_3.CHO + H_2 \xrightarrow{\text{सूक्ष्म वितरित Ni}} CH_3.CH_2.OH$$

एथेनॉल

3. **किण्वन द्वारा.** इसके लिए शकर या स्टार्चका उपयोग होता है।

(क) **शकरसे अल्कोहल.** शकरके कारखानोंमें गन्नेके रससे अधिकसे अधिक शकर निकाल लेनेके वाद एक गाढ़ा भूरा घोल बच रहता है। इसको शीरा (molasses) कहते हैं। इसमें लगभग 50% शकर रह जाती है, जिसे आसानीसे केलासित नहीं किया जा सकता। शीरेके आयतनका पांच गुना पानी मिलाकर इसे तनु कर लेते हैं। थोड़ा-सा सल्फ़्यूरिक अम्ल मिलाकर इसे अम्लीय करते हैं, और कुछ अमोनियम सल्फ़ेट भी इसमें मिलाते हैं। आवश्यक मात्रामें खमीर या ईस्ट (yeast—एक निम्न श्रेणीका पौधा) मिलाकर इसे कई दिनोंके लिए रख देते हैं।

ईस्टकी कोशाओंमें कुछ नाइट्रोजनीय (nitrogenous) कार्बनिक यौगिक होते हैं जिन्हें **विकर (enzymes)** कहते हैं। विकर अनेक प्रतिक्रियाओंके उत्प्रेरक (catalyst)

चित्र 25. शीरेसे एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) बनाना।

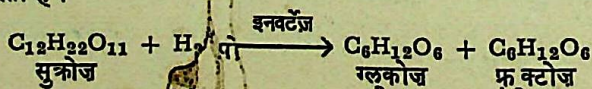
हैं। इनको जैव-रासायनिक (biochemical) उत्प्रेरक कहते हैं क्योंकि ये जीवित कोशाओंमें ही पाये जाते हैं। एक विकर किसी विशेष प्रतिक्रियाको ही उत्प्रेरित करता है। जैसे विकर इनवर्टेज़ (invertase) सुक्रोज़का ग्लूकोज़ और फ़्रुक्टोज़में बदलना उत्प्रेरित करता है।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{इनवर्टेज़}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

सुक्रोज़   ग्लूकोज़   फ़्रुक्टोज़

विकर ज़ाइमेज़ (zymase) ग्लूकोज़ और फ़्रक्टोज़का अल्कोहलमें बदलना उत्प्रेरित करता है।

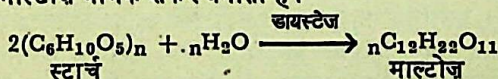
$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ज़ाइमेज़}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

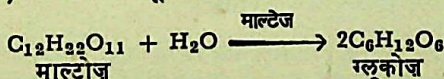
सल्फ़्यूरिक अम्ल और अमोनियम लवण इसलिए मिलाते हैं कि इनसे ईस्ट कोशाओंकी वृद्धि (growth) तेज़ीसे होती है।

शीरेसे अल्कोहल बननेमें 36 से 48 घण्टे लगते हैं। इस अवधिमें प्रतिक्रिया-मिश्रणका ताप बढ़ता है। उसे नियंत्रित करके 30-35°C पर रखा जाता है। CO_2 निकलनेके कारण द्रवमें उफान-सा आता है। जब उफान आना बन्द हो जाता है तो किण्वित द्राव (fermented liquor) को जिसे 'वाश' (wash) कहते हैं, प्रभाजक स्तम्भों (fractionating columns) में आसवित करते हैं। इस विधिसे 93-95 % सान्द्रताका अल्कोहल प्राप्त होता है जिसे शोधित स्पिरिट (rectified spirit) कहते हैं।

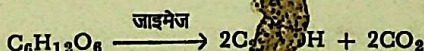
(ख) **स्टार्चसे अल्कोहल.** आलू, गेहूं, चावल, जौ और मक्का स्टार्चके सस्ते स्रोत हैं, लेकिन इस कामके लिए प्रधानतया आलू उपयोग किया जाता है।

स्टार्च एक जटिल कार्बनिक यौगिक है। इसका सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ है। n का सही मान ज्ञात नहीं है लेकिन यह एक बड़ी संख्या है।

विधि. आलुओंके टुकड़े कर उन्हें कुचल लेते हैं। फिर उन्हें अधिक दाब पर भापसे 150°C तक गर्म करते हैं। इससे कोशाएं फट जाती हैं और उनमें भरा हुआ स्टार्च बाहर निकल आता है। ये पानीमें एक अल्प-पारदर्शी घोल बना देता है। इस घोलको 'मैश' (mash) कहते हैं। इसमें काफ़ी मात्रामें कुछ-कुछ अंकुरित जौ (partly germinated barley) मिला दिया जाता है। इस जौ में डायस्टेज़ (diastase) नामक विकर होता है। इस विकरकी उपस्थितिमें स्टार्च जलविच्छेदित होकर माल्टोज़ नामक शकर बनाता है।

$$\underset{\text{स्टार्च}}{2(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{\text{डायस्टेज}} \underset{\text{माल्टोज़}}{nC_{12}H_{22}O_{11}}$$

माल्टोज़के घोलमें ईस्ट डाला जाता है। ईस्टमें उपस्थित एक अन्य विकर माल्टेज़ (maltase) माल्टोज़को ग्लूकोज़में जलविच्छेदित कर देता है।

$$\underset{\text{माल्टोज़}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{माल्टेज}} \underset{\text{ग्लूकोज़}}{2C_6H_{12}O_6}$$

ग्लूकोज़ ज़ामेज़ द्वारा विच्छेदित होकर अल्कोहल और कार्बन डाइऑक्साइड बना देता है।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{जाइमेज}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

किण्वित द्रावका प्रभाजक आसवन करते हैं और लगभग 95 % शुद्ध अल्कोहल (शोधित स्पिरिट) प्राप्त कर लेते हैं।

परिशुद्ध अल्कोहल [illegible]bsolute alcohol). 100% शुद्ध अल्कोहलको परिशुद्ध अल्कोहल कहते [illegible] शोधित स्पिरिट (rectified spirit) में 95% अल्कोहल और शेप पानी होता है। [illegible]भाजक आसवन द्वारा इसमेंसे पानी अलग नहीं किया जा सकता क्योंकि इस संरच[illegible] (composition) का अल्कोहल-पानी मिश्रण एक 'निश्चित क्वथनांक मिश्रण' (az[illegible]tropic mixture) बनाता है।

परिशुद्ध अल्कोहल प्राप्त करनेके लिए शोधित स्पिरिटमें थोड़ी बेंज़ीन मिलाकर आसवन करते हैं। 65°C पर $7\frac{1}{2}$% पानी, $18\frac{1}{2}$% एथेनॉल और 74% बेंज़ीनका मिश्रण आसवित होता है। इस प्रकार जब सारा पानी निकल चुकता है तो ताप बढ़ता है और 68°C पर 32% एथेनॉल और 68% बेंज़ीनका मिश्रण आसवित होता है। जब सब बेंज़ीन निकल जाती है तो ताप फिर बढ़ता है और 78°C पर परिशुद्ध अल्कोहल आसवित होता है। यह 'निश्चित क्वथनांककी आसवन विधि' (azeotropic distillation process) कहलाती है। बड़े पैमाने पर इसी विधिसे परिशुद्ध अल्कोहल प्राप्त किया जाता है। थोड़ी मात्राके लिए शोधित स्पिरिटको शुष्क कैल्सियम ऑक्साइड (CaO) पर सुखाकर आसवित करते हैं।

नोट. अल्कोहलको अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड ($CaCl_2$) पर निर्जलीकृत नहीं किया जा सकता क्योंकि यह इसके साथ एक यौगिक ($CaCl_2.4C_2H_5OH$) बनाता है।

किण्वनमें प्राप्त गौण क्रिया[illegible].

1. **कार्बन डाइऑक्साइड.** ग्लूकोज़से अल्कोहल बनते समय कार्बन डाइऑक्साइड भी बनती है। लोहेके बेलनों (cylinders) में इसे भर लिया जाता है।

2. **एसिटल्डिहाइड.** किण्वित द्रावके प्रभाजक आसवनके समय यह अलग कर लिया जाता है।

3. **फ़्यूज़ेल तेल (Fusel oil).** यह भी किण्वित द्रावके प्रभाजक आसवनसे प्राप्त होता है। यह कुछ अल्कोहलोंका मिश्रण होता है। इससे एक कीमती यौगिक एमिल एसिटेट बनाया जाता है। इसीलिए फ़्यूज़ेल तेल अल्कोहलसे ज्यादा क़ीमती पदार्थ है।

4. **अवशिष्ट किण्वित द्राव (Spent wash).** यह प्रभाजक आसवन द्वारा अल्कोहल और ऊपर बताये पदार्थोंको अलग कर लेनेके बाद बच रहता है। यह जानवरोंको खिलानेके लिए उत्तम पदार्थ है।

विकर (Enzymes)

ईस्ट एक निम्न श्रेणीका पौधा है। इसकी कोशाओंमें कुछ जटिल नाइट्रोजनीय (nitrogenous) कार्बनिक यौगिक होते हैं। ये और इसी प्रकारके अन्य यौगिक जो जीवित कोशाओंमें ही पाये जाते हैं और अनेक प्रतिक्रियाओंको उत्प्रेरित करते हैं—विकर कहलाते हैं।

विकरोंकी उपस्थितिमें कि[illegible] जटिल कार्बनिक यौगिकके विच्छेदनकी क्रियाको किण्वन (fermentation) कहते [illegible]

ईस्ट कोशाकी जीवन-प्रक्रि[illegible]ओंका उत्प्रेरणसे कोई सम्बन्ध नहीं है। केवल कोशाके अन्दर उपस्थित विकर [illegible]ण्वनको उत्प्रेरित करते हैं। इसका प्रमाण यह है

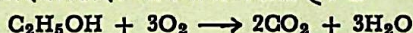
कि ईस्टको पीसकर कोशाओंको मृत कर देने पर पिसी लुग्दीसे भी उसी तरह उत्प्रेरण होता है। जैसे कोई कुंजी किसी विशेष तालेको ही खोल सकती है, इसी प्रकार कोई विकर किसी विशेष प्रतिक्रियाको ही उत्प्रेरित कर सकता है। जैसे डायस्टेज़ स्टार्चका माल्टोज़में वदलना उत्प्रेरित कर सकता है, इनवर्टेज़ सुक्रोज़का ग्लूकोज़ और फ़ुक्टोज़में वदलना उत्प्रेरित कर सकता है और ज़ाइमेज़ ग्लूकोज़ और फ़ुक्टोज़का अल्कोहल और कार्वन डाइऑक्साइडमें विच्छेदित होना उत्प्रेरित कर सकता है।

गुण.

एथेनॉल एक रंगहीन द्रव है। इसका क्वथनांक 78·3°C है। पानी और अनेक कार्वनिक द्रवोंमें यह सब अनुपातोंमें मिलनशील है। इसमें शराब जैसी गन्ध होती है। इसका स्वाद तेज़ होता है। इसके पीनेसे नशा आ जाता है। रक्तमें इसकी 6% सान्द्रता प्राणघातक (fatal) होती है।

एथेनॉल अपनी सधर्ममालाकी सब सामान्य प्रतिक्रियाएं देता है। इनको पहले बताया जा चुका है।

1. **ज्वलन.** हवा या ऑक्सीजनमें प्रकाशहीन (non-luminous) ज्वालासे जलकर यह कार्वन डाइऑक्साइड और पानी बनाता है।

$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

2. **सोडियम (या पोटैसियम) से प्रतिक्रिया.** यह सोडियम (या पोटैसियम) के साथ तेज़ीसे प्रतिक्रिया करता है जिससे हाइड्रोजन निकलती है और सोडियम या पोटैसियम एथॉक्साइड बनता है।

$$2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow \underset{\text{सोडियम एथॉक्साइड}}{2C_2H_5ONa} + H_2\uparrow$$

3. **फ़ॉस्फ़ोरस हेलाइडोंसे प्रतिक्रिया.**

$$C_2H_5OH + PCl_5 \longrightarrow \underset{\text{एथिल क्लोराइड}}{C_2H_5Cl} + POCl_3 + HCl$$

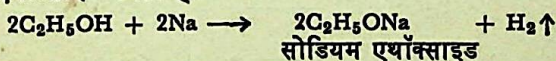
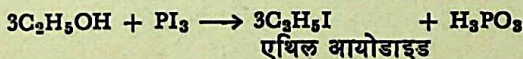
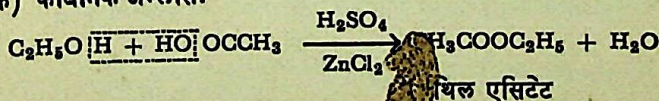
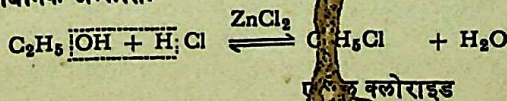
$$3C_2H_5OH + PI_3 \longrightarrow \underset{\text{एथिल आयोडाइड}}{3C_2H_5I} + H_3PO_3$$

4. **एस्टरीकरण.**

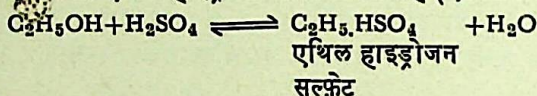
(क) कार्वनिक अम्लोंसे.

$$C_2H_5O\boxed{H + HO}OCCH_3 \xrightarrow[ZnCl_2]{H_2SO_4} \underset{\text{एथिल एसिटेट}}{CH_3COOC_2H_5} + H_2O$$

(ख) अकार्वनिक अम्लोंसे.

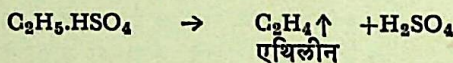
$$C_2H_5\boxed{OH + H}Cl \overset{ZnCl_2}{\rightleftharpoons} \underset{\text{एथिल क्लोराइड}}{C_2H_5Cl} + H_2O$$

5. **सल्फ़्यूरिक अम्ल[illegible] क्रिया.** सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रिया भिन्न दशाओंमें भिन्न होती है।

(*i*) एथेनॉल और सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लको समाण्विक अनुपातमें मिलाकर हल्का गर्म (warm) [illegible]नेसे एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट बनता है (एस्टरीकरण)।

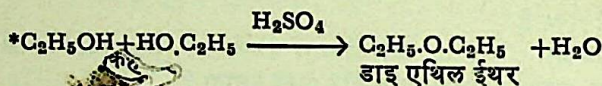
$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \rightleftharpoons C_2H_5.HSO_4 + H_2O$$

एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट

(*ii*) एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेटको अकेला या सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें 170°C तक गर्म करनेसे एथिलीन बनती है।

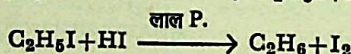
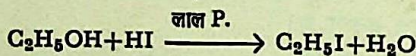
$$C_2H_5.HSO_4 \rightarrow C_2H_4\uparrow + H_2SO_4$$

एथिलीन

(*iii*) एथेनॉलकी अधिकतामें 140°C तक गर्म करनेसे डाइएथिल ईथर बनता है।

$$^*C_2H_5OH + HO.C_2H_5 \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5.O.C_2H_5 + H_2O$$

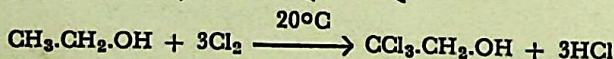
डाइ एथिल ईथर

6. **हाइड्रियॉडिक अम्लकी क्रिया.** सान्द्र हाइड्रियॉडिक अम्लकी अधिकतामें एथेनॉलको गर्म करनेसे उसके अवकरण द्वारा एथेन बनती है। लाल फ़ॉस्फ़ोरसकी उपस्थिति प्रतिक्रियाको उत्प्रेरित करती है।

$$C_2H_5OH + HI \xrightarrow{\text{लाल P.}} C_2H_5I + H_2O$$

$$C_2H_5I + HI \xrightarrow{\text{लाल P.}} C_2H_6 + I_2$$

नोट. नवजात हाइड्रोजन द्वारा अल्कोहलोंका अवकरण नहीं होता।

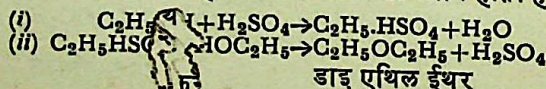
7. **हैलोजनोंके साथ प्रतिक्रिया.** (*i*) 20°C पर एथेनॉलमें क्लोरीन प्रवाहित करनेसे ट्राइ क्लोरोएथेनॉल बनता है जो 70°C पर ऑक्सीकृत होकर ट्राइक्लोरो-एसिटल्डिहाइड (या क्लोरल) में परिणत हो जाता है।

$$CH_3.CH_2.OH + 3Cl_2 \xrightarrow{20°C} CCl_3.CH_2.OH + 3HCl$$

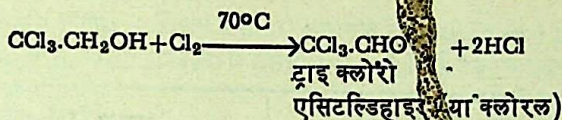
---

* पहले माना जाता था कि यह प्रतिक्रिया निम्न दो पदोंमें होती है :

(*i*) $C_2H_5[illegible] + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_5.HSO_4 + H_2O$

(*ii*) $C_2H_5HS[illegible] HOC_2H_5 \rightarrow C_2H_5OC_2H_5 + H_2SO_4$

डाइ एथिल ईथर

किन्तु इस विषय पर की ग[illegible] आधुनिक खोजोंसे यह ज्ञात हुआ है कि माध्यमिक क्रियाफलके रूपमें एथिल हाइड्रो[illegible] सल्फ़ेटके बननेवाली बात ठीक नहीं है, बल्कि एथेनॉलका सीधे निर्जलीकरण (d[illegible]ect dehydration) होता है।

$$CCl_3.CH_2OH + Cl_2 \xrightarrow{70^\circ C} CCl_3.CHO + 2HCl$$

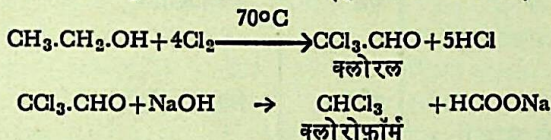
ट्राइ क्लोरो एसिटल्डिहाइड (या क्लोरल)

ब्रोमीन क्लोरीनके ही समान क्रिया करती हैं। आयोडीनकी कोई क्रिया नहीं होती—यह केवल अल्कोहलमें घुल जाती है और घोल 'टिंक्चर आयोडीन' कहलाता है। यह घोल कीटाणुनाशक है, इसलिए घावों पर लगाया जाता है।

क्षारोंकी उपस्थितिमें हैलोजनोंकी क्रिया. (हैलोफ़ॉर्म प्रतिक्रिया)

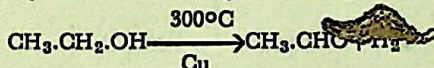
$$CH_3.CH_2.OH + 4Cl_2 \xrightarrow{70^\circ C} CCl_3.CHO + 5HCl$$

क्लोरल

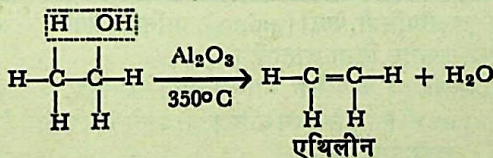
$$CCl_3.CHO + NaOH \rightarrow CHCl_3 + HCOONa$$

क्लोरोफ़ॉर्म

ब्रोमीन और आयोडीनके साथ क्रमशः ब्रोमोफ़ॉर्म और आयोडोफ़ॉर्म बनते हैं।

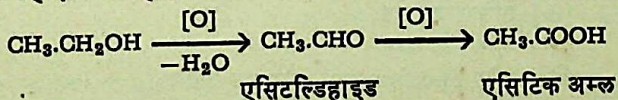
8. **विहाइड्रोजनीकरण.** एथेनॉल वाष्पको 300°C तक गर्म किये हुए कॉपर या निकिल परसे प्रवाहित करनेसे एसिटल्डिहाइड बनता है।

$$CH_3.CH_2.OH \xrightarrow[Cu]{300^\circ C} CH_3.CHO + H_2$$

9. **निर्जलीकरण (Dehydration).** एथेनॉल वाष्पको 350°C तक गर्म किये हुए अल्युमिना (Al_2O_3) पर से प्रवाहित करनेसे वह पानी और एथिलीनमें विच्छेदित हो जाता है।

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-H \xrightarrow[350^\circ C]{Al_2O_3} H-\underset{H}{C}=\underset{H}{C}-H + H_2O$$

एथिलीन

10. **ऑक्सीकरण.** पोटैसियम डाइक्रोमेटके अम्लीय घोल द्वारा ऑक्सीकृत होकर पहले यह एसिटल्डिहाइड और फिर एसिटिक अम्ल बनाता है।

$$CH_3.CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{[O]} CH_3.CHO \xrightarrow{[O]} CH_3.COOH$$

एसिटल्डिहाइड — एसिटिक अम्ल

उपयोग.

1. प्रत्येक शराबका यह प्रधान अंग है। विभिन्न प्रकारकी शराबोंको विभिन्न पदार्थोंके किण्वनसे बनाया जाता है। इनमें अल्कोहलकी मात्रामें अन्तर होता है। अधिक आकर्षक और स्वादिष्ट बनानेके लिए इनमें रंग तथा सुगन्धियां मिलायी जाती हैं। शराबकी अधिक मात्रा पीनेसे स्वास्थ्यको हानि पहुँचती है। शराबोंको दो भागों बांटा जा सकता है :

आसुत (distilled) और अनासुत (undistilled)। आसुत शराबोंमें अल्कोहल की मात्रा बहुत अधिक होती है। कुछ प्रसिद्ध शराबोंका विवरण नीचे दिया है।

अनासुत (Undistilled)		आसुत (Distilled)	
नाम	उद्गम	नाम	उद्गम
साइडर (Cider) (2 से 3 % अल्कोहल)	सेब	रम (Rum)	शीरा
बिअर (Beer) (3 से 7 % अल्कोहल)	जौ	व्हिस्की (Whisky)	जौ
वाइन (Wine) (8 से 10 % अल्कोहल)	अंगूर	ब्राण्डी (Brandy)	अंगूर
शैम्पेन (Champagne) (10 से 15 % अल्कोहल)	अंगूर	जिन (Gin)	मक्का
		(इन सबमें 35-40 % अल्कोहल होता है)	

2. यह अनेक औषधियों, पेण्टों (paints), वार्निशों, सुगन्धियों और रंगों (dyes) के घोलकके रूपमें उपयोग किया जाता है।

3. अनेक महत्त्वपूर्ण कार्बनिक यौगिक बनानेके लिए यह प्रारम्भिक पदार्थ (starting substance) है। कुछ मुख्य यौगिक जो इससे बनाये जाते हैं निम्नलिखित हैं:

(*i*) डाइएथिल ईथर,
(*ii*) क्लोरल,
(*iii*) क्लोरोफ़ॉर्म,
(*iv*) एसिटल्डिहाइड,
(*v*) एसिटिक अम्ल।

4. सुगन्धि उद्योग (perfumery) और रंग उद्योग (dye industry) में तथा कृत्रिम रबर बनानेमें भी इसका काफ़ी उपयोग होता है।

5. प्रयोगशालामें इसे मुख्यतया किसी ठोस कार्बनिक यौगिकके शोधन (purification) के लिए इस्तेमाल करते हैं। अशुद्ध पदार्थको इसमें घोल देते हैं फिर घोलसे पदार्थका केलासन करते हैं। अशुद्धियां घोलमें रह जाती हैं और शुद्ध पदार्थ केलासित होकर पृथक हो जाता है।

6. इससे ट्राइब्रोमो एथेनॉल ($CBr_3.CH_2OH$) बनाया जाता है जो 'एवर्टिन' (avertin) के नामसे चेतनाशून्यकके रूपमें इस्तेमाल किया जाता है।

7. 75 % परिशुद्ध अल्कोहल और 25 % पेट्रोल, बेंज़ीन या ईथरके मिश्रण को शक्ति-अल्कोहल (power alcohol) के नामसे मोटरमें ईंधनके रूपमें, पेट्रोलकी जगह इस्तेमाल करते हैं।

8. पारदर्शक साबुन बनानेमें इसका उपयोग होता है।

9. मृत जीवोंके शरीरोंके सुरक्षणके लिए भी इसका कुछ उपयोग किया जाता है।

10. बिना धुएवाला बारूद(smokeless powder)बनानेमें इसका उपयोग किया जाता है।

11. यह थर्मामीटरों और स्पिरिट लेवेलों(spirit levels)में भरनेके काम आता है।

12. हिमन विरोधक मिश्रण बनानेमें इसका उपयोग किया जाता है।

13. शोधित स्पिरिटमें (rectified spirit) 10 प्रतिशत मेथिल अल्कोहल मिला देने पर इसे मेथिलेटेड स्पिरिट कहते हैं। मेथिलेटेड स्पिरिट ईंधनके काम आती है। मेथिल अल्कोहल इसलिए मिलाते हैं ताकि शराबी लोग शोधित स्पिरिट खरीद कर पीने न लगें।

अल्कोहलमिति (Alcoholometry). अल्कोहल और पानीके मिश्रणों या अल्कोहलीय पेयों या अल्कोहलमें बनी विभिन्न दवाओं आदिमें अल्कोहलकी प्रतिशत मात्रा मालूम करनेकी विधिको अल्कोहलमिति कहते हैं। किसी अल्कोहलीय द्रवमें अल्कोहलकी प्रतिशत मात्रा, हाइड्रोमीटरकी सहायतासे उसका आपेक्षिक घनत्व निकाल कर मालूम की जा सकती है। इस तरह एक सारणी बना ली जाती है जिसमें विभिन्न तापों पर मिश्रित द्रवका आपेक्षिक घनत्व और उसमें अल्कोहलकी प्रतिशत मात्रा दी रहती है। जब किसी भी अल्कोहलीय द्रवमें अल्कोहलकी मात्रा मालूम करनी होती है तो उसका आपेक्षिक घनत्व और ताप मालूम कर लिया जाता है और उपर्युक्त सारणीकी सहायतासे उस द्रवमें अल्कोहलकी प्रतिशत मात्रा मालूम हो जाती है।

यदि अल्कोहलीय द्रवमें अन्य पदार्थ (जैसे शराबमें शकर, रंगीन तथा सुगन्धित पदार्थ आदि) घुले हुए हों तब उस द्रवका सीधे आपेक्षिक घनत्व निकालनेसे अल्कोहल की प्रतिशत मात्रा नहीं जानी जा सकती। ऐसी दशामें पहले इस द्रवका एक निश्चित आयतन लेकर उसमेंसे आसवन द्वारा घुलित पदार्थोंको पृथक किया जाता है और जो आसुत मिलता है उसमें पानी मिलाकर उसका आयतन उतना ही कर लिया जाता है जितना कि आसवनसे पहले अल्कोहलीय द्रवका होता है। इस पानी मिले आसुतका आपेक्षिक घनत्व और ताप मालूम करके, सारणीकी सहायतासे, अल्कोहलकी प्रतिशत मात्रा जानी जा सकती है।

वह अल्कोहल जिसमें ठीक इतना जल हो कि इससे भिगोने पर भी बारूद जलाया जा सके, प्रमाण-स्पिरिट (proof spirit) कहलाता था। आजकल प्रमाण-स्पिरिट पानी और अल्कोहलके ऐसे मिश्रणको कहते हैं जिसमें भारके हिसाबसे 49·3 % या आयतनके हिसाबसे 57·1 % अल्कोहल होता है।

मेथेनॉल और एथेनॉलकी पहचान

1. **आयोडोफ़ॉर्म परीक्षण.** दिये हुए अल्कोहलकी कुछ बूंदोंमें सोडियम हाइड्रॉक्साइडका घोल मिलाओ। इसके बाद पोटैसियम आयोडाइडमें बने हुए आयोडीनके

घोलका लगभग उतना ही [illegible]यतन मिलाओ और जल-ऊष्मकमें इतनी देर गर्म करो कि आयोडीनका रंग ग़ायब हो जाय। घोलको ठण्डा करने पर यदि आयोडोफ़ॉर्मके पीले केलास बनें तो 'एथेनॉल' और यदि आयोडोफ़ॉर्म न बने तो मेथेनॉल है। आयोडोफ़ॉर्मको उसकी विशिष्ट [illegible]ध द्वारा भी पहचाना जा सकता है।

एसिटोन भी आ[illegible]फ़ॉर्म परीक्षण देता है, और उस समय भी देता है जब NaOH के बजाय NH_4OH का उपयोग किया जाय, किन्तु एथेनॉल अमोनियाके साथ आयोडोफ़ॉर्म नहीं बनाता।

2. दिये हुए अल्कोहलको पोटैसियम डाइक्रोमेटके तनु अम्लीय घोलके साथ गर्म करो। यदि मेथेनॉल है तो फ़ॉर्मिक अम्ल और यदि एथेनॉल है तो एसिटिक अम्ल बनेगा। फ़ॉर्मिक अम्ल और एसिटिक अम्लको सूंघ कर पहचान सकते हैं।

3. **सैलिसिलेट परीक्षण.** दिये हुए अल्कोहलको दो-चार बूंद सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल और सैलिसिलिक अम्लके साथ गर्म करो। यदि मेथेनॉल है तो मेथिल सैलिसिलेट की विण्टरग्रीनके तेलकी सुगन्ध पहचान ली जायगी और एथेनॉलकी दशामें एथिल सैलिसिलेट बनेगा जिसमें कोई विशिष्ट गन्ध नहीं होती।

मोनोहाइड्रिक अल्कोहलोंकी समावयवता

मोनोहाइड्रिक अ[illegible]में दो प्रकारकी समावयवता पायी जाती है :

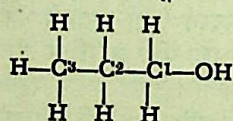
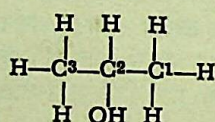
1. अपनी ही सधर्ममालाके अन्य सदस्योंके साथ समावयवता।
2. किसी दूसरी सधर्ममालाके सदस्योंके साथ समावयवता।

पहली प्रकारकी समावयवता दो कारणोंसे होती है :

(*i*) **कार्बन शृंखलामें हाइड्रॉक्सिल मूलककी स्थितिके कारण.** जैसे C_3H_8O अणुसूत्रके दो अल्कोहल हैं। इनके रचना-सूत्र निम्नलिखित हैं :

$$\begin{array}{ccccccc} & & H & & H & & H & \\ & & | & & | & & | & \\ H & — & C^3 & — & C^2 & — & C^1 & — OH \\ & & | & & | & & | & \\ & & H & & H & & H & \end{array}$$

प्रोपेनॉल–1

$$\begin{array}{ccccccc} & & H & & H & & H & \\ & & | & & | & & | & \\ H & — & C^3 & — & C^2 & — & C^1 & — H \\ & & | & & | & & | & \\ & & H & & OH & & H & \end{array}$$

प्रोपेनॉल–2

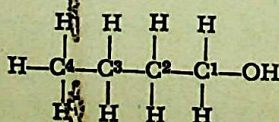
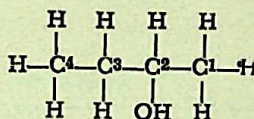
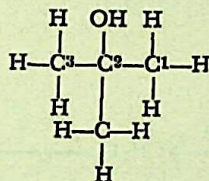
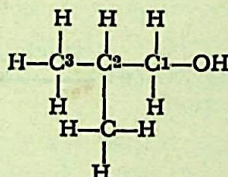
इनमें अन्तर हाइड्रॉक्सिल मूलककी स्थितिका है। इसलिए यह 'स्थिति समावयवता' (position isomerism) का उदाहरण है।

(*ii*) **कार्बन शृंखलाकी भिन्नताके कारण.** जैसे $C_4H_{10}O$ अणु-सूत्रके चार अल्कोहल हैं जिनके रचना-सूत्र निम्नलिखित हैं :

(क)

$$\begin{array}{ccccccccc} & & H & & H & & H & & H & \\ & & | & & | & & | & & | & \\ H & — & C^4 & — & C^3 & — & C^2 & — & C^1 & — OH \\ & & | & & | & & | & & | & \\ & & H & & H & & H & & H & \end{array}$$

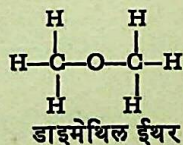
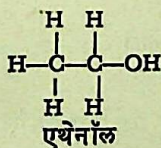
ब्यूटेनॉल–1

(ख)
$$\begin{array}{ccccccccc} & & H & & H & & H & & H & \\ & & | & & | & & | & & | & \\ H & — & C^4 & — & C^3 & — & C^2 & — & C^1 & — H \\ & & | & & | & & | & & | & \\ & & H & & H & & OH & & H & \end{array}$$
ब्यूटेनॉल–2

(ग)
$$\begin{array}{ccccccc} & & H & & OH & & H & \\ & & | & & | & & | & \\ H & — & C^3 & — & C^2 & — & C^1 & — H \\ & & | & & | & & | & \\ & & H & & | & & H & \\ & & & H — & C & — H & & \\ & & & & | & & & \\ & & & & H & & & \end{array}$$
त्रैतीयिक ब्यूटिल अल्कोहल
(या 2–मेथिल प्रोपेनॉल–2)

(घ)
$$\begin{array}{ccccccc} & & H & & H & & H & \\ & & | & & | & & | & \\ H & — & C^3 & — & C^2 & — & C^1 & — OH \\ & & | & & | & & | & \\ & & H & & | & & H & \\ & & & H — & C & — H & & \\ & & & & | & & & \\ & & & & H & & & \end{array}$$
आइसो ब्यूटिल अल्कोहल
(या 2–मेथिल प्रोपेनॉल–1)

यहां (क), (ख) की कार्बन श्रृंखला (ग), (घ) की कार्बन श्रृंखलासे भिन्न है। ये 'श्रृंखला समावयवता' (chain isomerism) के उदाहरण हैं। हाइड्रॉक्सिल मूलककी स्थिति और श्रृंखलाकी भिन्नता, दोनों एक साथ भी समावयवताका कारण हो सकती हैं जैसे (क), (ग) और (ख), (घ) में हैं।

दूसरी प्रकारकी समावयवताके लिए प्रमुख उदाहरण मोनोहाइड्रिक अल्कोहलोंकी ईथरोंके साथ समावयवता है। जैसे C_2H_6O एथेनॉलका सूत्र है और डाइमेथिल ईथरका भी।

$$\begin{array}{ccccc} & & H & & H & \\ & & | & & | & \\ H & — & C & — & C & — OH \\ & & | & & | & \\ & & H & & H & \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccccccc} & & H & & & & H & \\ & & | & & & & | & \\ H & — & C & — & O & — & C & — H \\ & & | & & & & | & \\ & & H & & & & H & \end{array}$$

एथेनॉल — डाइमेथिल ईथर

इनमें अन्तर लाक्षणिक मूलक (functional group) का है। अल्कोहलमें –OH और ईथरमें –O– लाक्षणिक मूलक हैं। इस प्रकारकी समावयवता, लाक्षणिक समावयवता (functional isomerism) कहलाती है।

कुछ अन्तर्परिवर्तन

1. मेथेनॉलसे एथेनॉल :

$$CH_3.OH + HI \rightarrow CH_3I + H_2O$$
$$CH_3I + KCN \rightarrow CH_3.CN + KI$$
$$CH_3.CN + 4H \rightarrow CH_3.CH_2.NH_2$$
$$CH_3.CH_2.NH_2 + HNO_2 \rightarrow \underset{\text{एथेनॉल}}{CH_3.CH_2.OH} + N_2 \uparrow + H_2O$$

2. मेथेनसे एथेनॉल

$$CH_4 \xrightarrow{Cl_2} CH_3.Cl \xrightarrow{\text{KOH (जलीय)}} CH_3.OH$$

$$CH_3.OH \xrightarrow{\text{(1) के अनुसार}} C_2H_5OH$$

अथवा :

$$CH_4 \xrightarrow{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow{KCN} CH_3.CN \xrightarrow{\text{अवकरण}} CH_3.CH_2NH_2$$

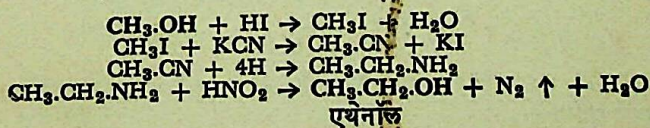
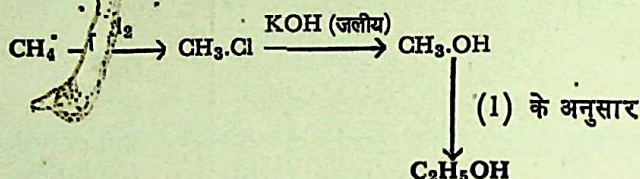
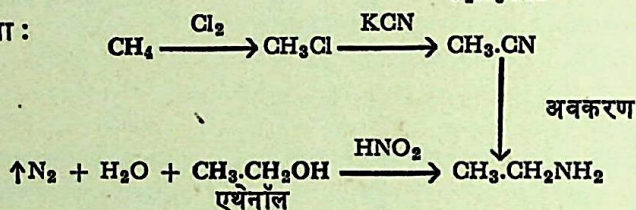
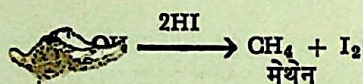
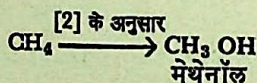
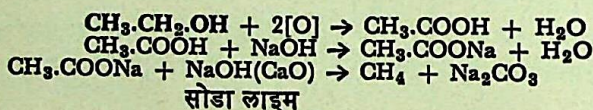
$$\uparrow N_2 + H_2O + \underset{\text{एथेनॉल}}{CH_3.CH_2OH} \xleftarrow{HNO_2} CH_3.CH_2NH_2$$

3. मेथेनॉलसे मेथेन :

$$CH_3.OH \xrightarrow{2HI} \underset{\text{मेथेन}}{CH_4} + I_2$$

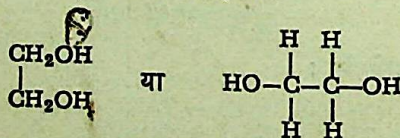
4. एथेनॉलसे मेथेनॉल :

$$CH_3.CH_2.OH + 2[O] \rightarrow CH_3.COOH + H_2O$$
$$CH_3.COOH + NaOH \rightarrow CH_3.COONa + H_2O$$
$$CH_3.COONa + \underset{\text{सोडा लाइम}}{NaOH(CaO)} \rightarrow CH_4 + Na_2CO_3$$

$$CH_4 \xrightarrow{\text{[2] के अनुसार}} \underset{\text{मेथेनॉल}}{CH_3\ OH}$$

डाइहाइड्रिक अल्कोहल या ग्लाइकॉल
(Dihydric Alcohols or Glycols)

इस सधर्ममालाके अल्कोहलोंको ग्लाइकॉल कहते हैं।

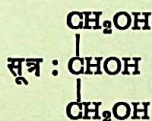
एथिलीन ग्लाइकॉल

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \quad \text{या} \quad \begin{array}{ccccc} & H & & H & \\ & | & & | & \\ HO- & C & - & C & -OH \\ & | & & | & \\ & H & & H & \end{array}$$

एथिलीन ग्लाइकॉलको सिर्फ़ ग्लाइकॉल भी कहते हैं। यह ग्लाइकॉल श्रेणीका महत्त्वपूर्ण सदस्य है।

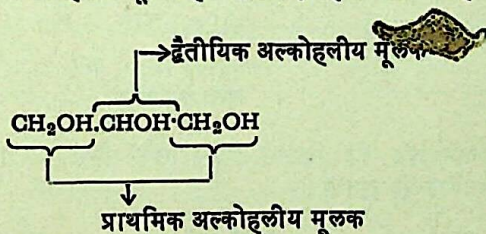
ट्राइहाइड्रिक अल्कोहल या ग्लि[स]रॉल
(Trihydric Alcohols or Glyc[e]rols)

ग्लिसरॉल

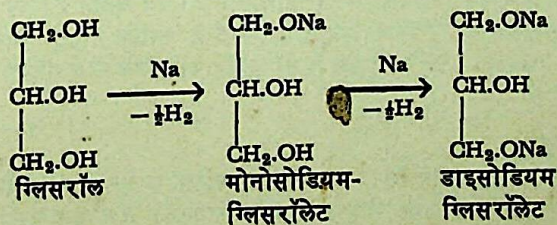
सूत्र :

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

सन्तृप्त ट्राइहाइड्रिक अल्कोहलोंकी सधर्ममालाका पहला और सबसे महत्त्वपूर्ण सदस्य ग्लिसरॉल है। इसीको लोग ग्लिसरीन कहते हैं।

बनाना. तेलोंसे साबुन बनानेमें जो मातृद्राव बच रहता है उसमें ग्लिसरॉल होता है और निकाल लिया जाता है। शक्करसे अल्कोहल बनानेमें भी ग्लिसरॉल उपफलके रूपमें प्राप्त होता है।

गुण. यह रंगहीन और बहुत जलग्राही द्रव है। इसमें प्राथमिक और द्वैतीयिक दोनों तरहके अल्कोहलीय मूलक हैं। इसलिए यह दोनोंकी तरह व्यवहार करता है।

1. सोडियमसे प्रतिक्रिया. कम ताप पर एक प्राथमिक अल्कोहलीय मूलकके —OH का H विस्थापित होता है। गर्म करने पर दूसरे प्रा० अल्कोहलीय मूलकका H भी विस्थापित हो जाता है। लेकिन द्वै० अल्कोहलीय मूलकका H विस्थापित नहीं होता। ग्लिसरॉलके प्रा० अल्कोहलीय मूलक द्वै० अल्कोहलीय मूलकसे अधिक क्रियाशील होते हैं।

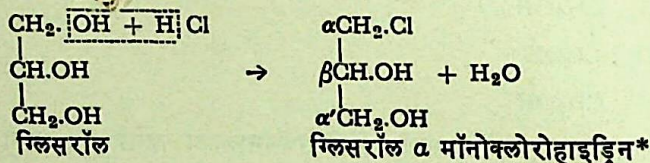
$$\begin{array}{l} CH_2.OH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{array} \xrightarrow[-\frac{1}{2}H_2]{Na} \begin{array}{l} CH_2.ONa \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{array} \xrightarrow[-\frac{1}{2}H_2]{Na} \begin{array}{l} CH_2.ONa \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.ONa \end{array}$$

ग्लिसरॉल — मोनोसोडियम-ग्लिसरॉलेट — डाइसोडियम ग्लिसरॉलेट

2. अम्लोंसे प्रतिक्रिया (एस्टरीकरण). तीन हाइड्रॉक्सिल मूलक होनेके कारण

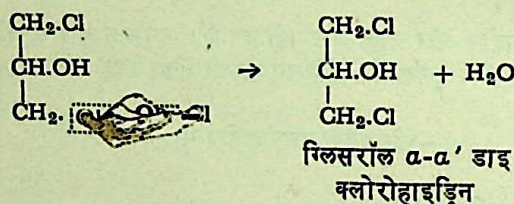
यह अम्लोंके साथ क्रिया करके मोनो, डाइ और ट्राइ तीनों प्रकारके एस्टर बनाता है, जैसे:-

(क) गैसीय हाइड्रोजन क्लोराइड को 110°C पर ग्लिसरॉलमें प्रवाहित करने से एक प्राथमिक हाइड्रॉक्सिल मूलक क्लोरीन परमाणु द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।

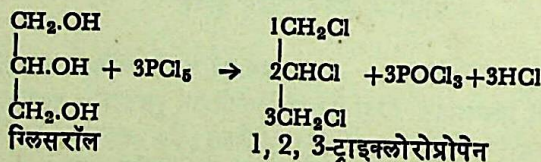
$$\begin{array}{l} CH_2.OH + HCl \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} \alpha CH_2.Cl \\ | \\ \beta CH.OH \\ | \\ \alpha' CH_2.OH \end{array} + H_2O$$

ग्लिसरॉल ग्लिसरॉल α मॉनोक्लोरोहाइड्रिन*

अधिक समय तक हाइड्रोजन क्लोराइड गैस प्रवाहित करनेसे डाइक्लोरो हाइड्रिन बनता है किन्तु HCl की क्रियासे ट्राइक्लोरो-यौगिक नहीं बनता।

$$\begin{array}{l} CH_2.Cl \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH + HCl \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH_2.Cl \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.Cl \end{array} + H_2O$$

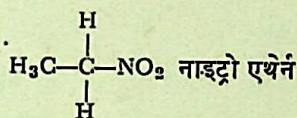
ग्लिसरॉल α-α' डाइ क्लोरोहाइड्रिन

फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइड की क्रियासे ग्लिसरॉलके तीनों —OH हैलोजन परमाणुओं द्वारा विस्थापित हो जाते हैं।

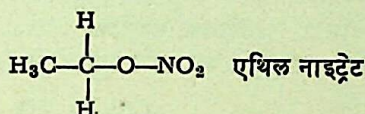
$$\begin{array}{l} CH_2.OH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{array} + 3PCl_5 \rightarrow \begin{array}{l} 1CH_2Cl \\ | \\ 2CHCl \\ | \\ 3CH_2Cl \end{array} + 3POCl_3 + 3HCl$$

ग्लिसरॉल 1, 2, 3-ट्राइक्लोरोप्रोपेन

(ख) सान्द्र नाइट्रिक और सल्फ़्यूरिक अम्लों के मिश्रणमें ग्लिसरॉलको मिलानेसे ग्लिसरिल ट्राइ नाइट्रेट नामक एक रंगहीन, तेलिया द्रव बनता है जिसे साधारणतया नाइट्रोग्लिसरीन कहते हैं किन्तु यह नाम ग़लत है क्योंकि नाइट्रो यौगिकों (nitro-compounds) में $—NO_2$ मूलक किसी कार्बन परमाणुसे सीधे संयुक्त रहता है जैसे नाइट्रो एथेनमें—

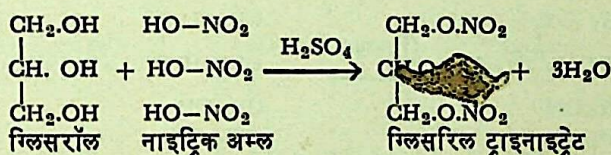
---

* ग्लिसरॉलके अणुमें सिरेवाले अथवा प्राथमिक कार्बन परमाणुओंको α और α' द्वारा निर्देशित किया जाता है। बीचवाले कार्बनको β-कार्बन परमाणु कहते हैं। ग्लिसरॉलके व्युत्पन्नोंमें किसी मूलककी स्थिति दिखानेके लिए इन्हीं अक्षरोंका इस्तेमाल करते हैं।

$$H_3C-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-NO_2$$ नाइट्रो एथेन

और कार्बनिक नाइट्रेटोंमें नाइट्रो-मूलक ऑक्सीजन द्वारा किसी कार्बनसे संयुक्त रहता है जैसे एथिल नाइट्रेटमें—

$$H_3C-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-O-NO_2$$ एथिल नाइट्रेट

अतः ग्लिसरॉल और नाइट्रिक अम्लके ट्राइ-एस्टरको ग्लिसरिल ट्राइ नाइट्रेट कहना चाहिए।

$$\begin{array}{l} CH_2.OH \\ | \\ CH.\ OH \\ | \\ CH_2.OH \end{array} + \begin{array}{l} HO-NO_2 \\ \\ HO-NO_2 \\ \\ HO-NO_2 \end{array} \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{array}{l} CH_2.O.NO_2 \\ | \\ CH.O.NO_2 \\ | \\ CH_2.O.NO_2 \end{array} + 3H_2O$$

ग्लिसरॉल　　नाइट्रिक अम्ल　　ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेट

सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल जलग्राहकका-काम करके प्रतिक्रियाको उत्क्रमणीय होने से रोकता है। ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेट महत्त्वपूर्ण विस्फोटक है। इससे 'डायनेमाइट' बनाया जाता है।

(ग) **मॉनो कार्बाक्सिलिक अम्लों के साथ** ग्लिसरॉल तीन प्रकारके एस्टर (ग्लिसराइड) बनाता है। जैसे—

(i)

$$\begin{array}{l} CH_2.O\boxed{H + HO}.CO.CH_3 \\ | \\ CH.OH \quad \text{एसिटिक अम्ल} \\ | \\ CH_2.OH \\ \text{ग्लिसरॉल} \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH_2.O.CO.CH_3 \\ | \\ CH.OH \quad + \quad H_2O \\ | \\ CH_2.OH \end{array}$$

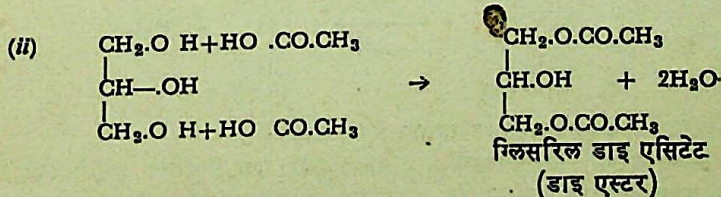
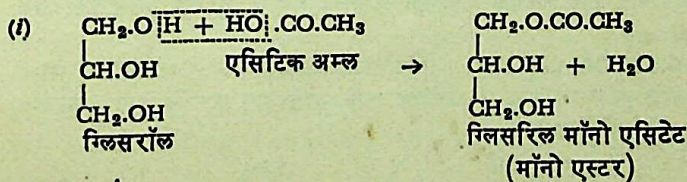
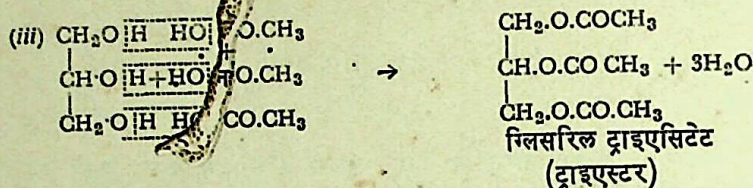
ग्लिसरिल मॉनो एसिटेट
(मॉनो एस्टर)

(ii)

$$\begin{array}{l} CH_2.O\ H+HO\ .CO.CH_3 \\ | \\ CH-.OH \\ | \\ CH_2.O\ H+HO\ \ CO.CH_3 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH_2.O.CO.CH_3 \\ | \\ CH.OH \quad + \quad 2H_2O \\ | \\ CH_2.O.CO.CH_3 \end{array}$$

ग्लिसरिल डाइ एसिटेट
(डाइ एस्टर)

(iii) $CH_2O|H \; HO|CO.CH_3$, $CH.O|H + HO|CO.CH_3$, $CH_2.O|H \; HO|CO.CH_3$ → $CH_2.O.COCH_3$, $CH.O.CO\,CH_3$, $CH_2.O.CO.CH_3$ $+ 3H_2O$

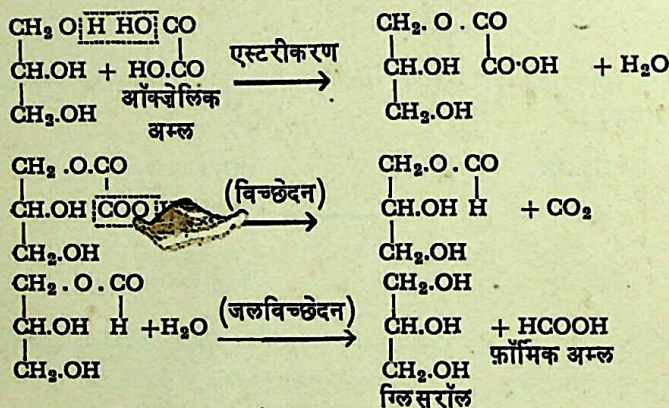
ग्लिसरिल ट्राइएसिटेट
(ट्राइएस्टर)

(घ) ऑक्ज़ेलिक अम्ल से प्रतिक्रिया दो प्रकारसे होती है:

ग्लिसरॉल और केलासीय ऑक्ज़ेलिक अम्लोंको 110-120°C तक गर्म करने से फ़ॉर्मिक अम्ल बनता है। प्रतिक्रिया कई पदोंमें पूरी होती है।

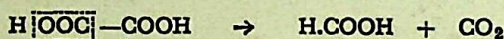
$$\begin{matrix} CH_2\,O|H\;HO|CO \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix} + \begin{matrix} \\ | \\ HO.CO \end{matrix} \xrightarrow{\text{एस्टरीकरण}} \begin{matrix} CH_2.O.CO \\ | \quad\quad | \\ CH.OH \;\; CO\cdot OH \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix} + H_2O$$

(ऑक्ज़ेलिक अम्ल)

$$\begin{matrix} CH_2.O.CO \\ | \quad\quad | \\ CH.OH\;|COO|H \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix} \xrightarrow{\text{(विच्छेदन)}} \begin{matrix} CH_2.O.CO \\ | \quad\quad | \\ CH.OH \;\; H \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix} + CO_2$$

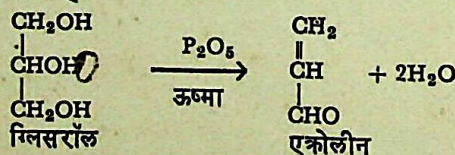
$$\begin{matrix} CH_2.O.CO \\ | \quad\quad | \\ CH.OH \;\; H \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix} + H_2O \xrightarrow{\text{(जलविच्छेदन)}} \begin{matrix} CH_2.OH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix} + HCOOH$$

ग्लिसरॉल फ़ॉर्मिक अम्ल

तीनों पदोंको मिलानेसे समीकरण निम्नलिखित हो जाता है:

$$H|OOC|—COOH \rightarrow H.COOH + CO_2$$

ऊंचे ताप पर गर्म करनेसे फ़ॉर्मिक अम्लके बजाय एलिल अल्कोहल बन जाता है।

3. निर्जलीकारकोंसे प्रतिक्रिया. ग्लिसरॉलको फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टॉक्साइड, सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल या किसी अन्य निर्जलीकारकके साथ गर्म करनेसे एक असन्तृप्त अल्डिहाइड—एक्रोलीन बनता है।

$$\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} \xrightarrow[\text{ऊष्मा}]{P_2O_5} \begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH \\ | \\ CHO \end{matrix} + 2H_2O$$

ग्लिसरॉल एक्रोलीन

एक्रोलीनकी बदबूसे ग्लिसरॉल पहचान लिया जाता है।

4. ऑक्सीकरण. ग्लिसरॉलमें दो प्राथमिक और एक द्वैतीयिक अल्कोहलीय समूह हैं। प्राथमिक अल्कोहलीय मूलक ऑक्सीकृत होकर पहले अल्डिहाइड और फिर

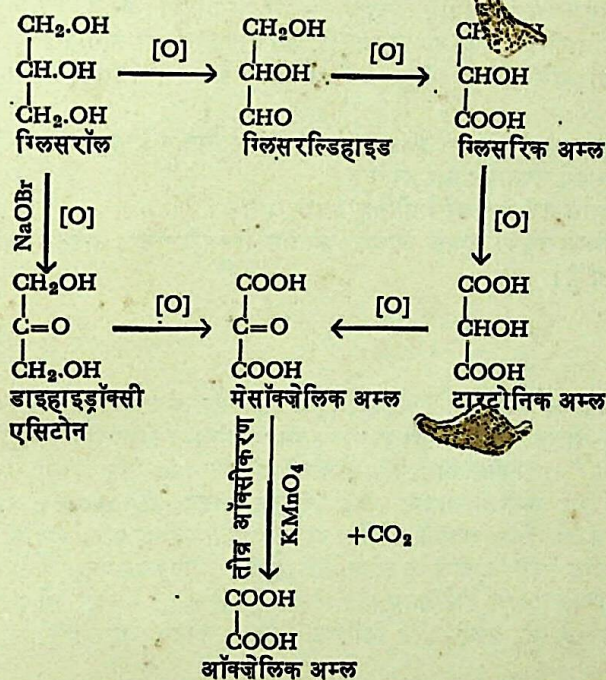
कार्वाक्सिल मूलकमें परिणत हो जाते हैं और द्वै० अल्कोहलीय मूलक कार्वोनिल समूहमें बदल जाता है।

विभिन्न ऑक्सीकारकों द्वारा ग्लिसरॉलसें भिन्न यौगिक बनते हैं।

$$\underset{\text{ग्लिसरॉल}}{\begin{matrix} CH_2.OH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{ग्लिसरल्डिहाइड}}{\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHO \end{matrix}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{ग्लिसरिक अम्ल}}{\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{matrix}}$$

ग्लिसरॉल $\xrightarrow{NaOBr\ [O]}$ डाइहाइड्रॉक्सी एसिटोन; ग्लिसरिक अम्ल $\xrightarrow{[O]}$ टार्ट्रोनिक अम्ल

$$\underset{\text{डाइहाइड्रॉक्सी एसिटोन}}{\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ C=O \\ | \\ CH_2.OH \end{matrix}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{मेसॉक्ज़ेलिक अम्ल}}{\begin{matrix} COOH \\ | \\ C=O \\ | \\ COOH \end{matrix}} \xleftarrow{[O]} \underset{\text{टार्ट्रोनिक अम्ल}}{\begin{matrix} COOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{matrix}}$$

$$\text{मेसॉक्ज़ेलिक अम्ल} \xrightarrow[\text{तीव्र ऑक्सीकरण}]{KMnO_4} \underset{\text{ऑक्ज़ेलिक अम्ल}}{\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix}} + CO_2$$

ऑक्सीकरणसे कौन-सा यौगिक प्रधानतया बनेगा—यह ऑक्सीकारककी प्रकृति पर निर्भर करता है। जैसे नाइट्रिक अम्ल द्वारा ऑक्सीकरण करनेसे मुख्य रूपसे ग्लिसरिक अम्ल और टार्ट्रोनिक अम्ल बनते हैं; सोडियम हाइपोब्रोमाइट (NaOBr) द्वारा ऑक्सीकरणसे ग्लिसरल्डिहाइड और डाइहाइड्रॉक्सी एसिटोनका मिश्रण (ग्लिसरोज) बनता है और बिस्मथ नाइट्रेट द्वारा ऑक्सीकरणसे मुख्यतः मेसॉक्ज़ेलिक अम्ल बनता है।

ठोस पोटैसियम परमैंगनेटकी ग्लिसरॉल पर क्रिया इतनी ऊष्मादायक होती है कि ग्लिसरॉलमें आग लग जाती है और जोरका धमाका भी होता है। इसीलिए इस प्रतिक्रियाका विशेष प्रकारके बमोंमें उपयोग करते हैं जिन्हें टाइम बम (time bomb) कहते हैं। ये निश्चित समयके बाद विस्फोटित किये जा सकते हैं।

उपयोग.

1. पानी और ग्लिसरॉलका मिश्रण जल्दी जमता नहीं है और यह वाष्पित

(evaporate) भी कठिनतासे होता है इसलिए जहां अधिक सर्दी पड़ती है और पानी शीघ्र जम जाता है वहां ग्लिसरॉलको पानीके साथ मिलाकर मोटरोंके रेडिएटरोंमें इस्तेमाल करते हैं। ऐसे पदार्थोंको 'हिमन अवरोधक' (antifreeze) कहते हैं।

2. ग्लिसरॉलका प्रयोग तम्बाकू भिगोने, स्याहियां बनाने, जूतोंकी पॉलिश बनाने और नाना प्रकारकी शृंगार सामग्रियोंके बनानेमें किया जाता है।

3. घड़ियोंके लिए स्नेहक (lubricant) के रूपमें इसका उपयोग किया जाता है।

4. लिथार्जके साथ मिलाकर यह अम्लोंसे प्रभावित न होनेवाली (acid proof) सीमेण्टके रूपमें उपयोग किया जाता है।

5. इससे कई महत्त्वपूर्ण यौगिक बनाये जाते हैं।

6. ग्लिसरॉलका सबसे अधिक उपयोग ग्लिसरिल ट्राइ नाइट्रेट बनानेके लिए किया जाता है।

परीक्षण.

1. बौरैक्स [सुहागा ($Na_2B_4O_7$) के बहुत तनु घोलमें फ़ेनाफ़्थेलीनकी दो बूंदें मिलाओ। घोलका रंग लाल हो जायगा। इस घोलमें ग्लिसरॉल मिलानेसे घोलका रंग उड़ जायगा*। रंगहीन घोलको गर्म करनेपर लाल रंग फिर आयगा और ठण्डा करने पर फिर लुप्त हो जायगा। यह परीक्षण डंस्टन (**Dunstan**) का परीक्षण कहलाता है और ग्लिसरॉलको शर्करोंसे पहचान करनेके लिए बहुत उपयोगी है क्योंकि शर्करोंके घोल (जैसे ग्लूकोज़, फ़्रुक्टोज़, और सुक्रोज़ आदि) यह परीक्षण नहीं देते।

2. ग्लिसरॉलको पोटैसियम बाइ सल्फ़ेट ($KHSO_4$) के साथ गर्म करनेसे एक्रोलीन बनती है जो अपनी तीव्र विशिष्ट दुर्गन्धके कारण आसानीसे पहचानी जा सकती है।

3. बोरैक्स बीड (borax bead) को ग्लिसरॉलसे भिगोकर बर्नरकी ज्वालामें रखनेसे ज्वाला हरे रंगकी हो जाती है।

रचना.

1. ग्लिसरॉलका अणु-सूत्र $C_3H_8O_3$ है।

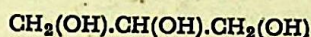
2. ग्लिसरॉल पर फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रियासे इसके अणुमें तीन हाइड्रॉक्सिल मूलकोंकी उपस्थितिका पता चलता है और चूंकि इस प्रतिक्रियामें 1,2,3–ट्राइक्लोरो प्रोपेन बनता है जो एक सरल शृंखलीय यौगिक है, इसलिए इससे

---

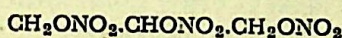
* इसका कारण सोडियम ग्लिसरो बोरेटका बनना है जो क्षारीय न होनेके कारण फ़िनाफ़्थेलीनके घोलको रंगहीन कर देता है।

यह भी मालूम होता है कि ग्लिसरॉलमें तीन कार्बन परमाणुओंकी सरल श्रृंखला है।

3. ग्लिसरॉल एक स्थायी यौगिक है और किसी भी स्थायी यौगिकमें एक कार्बन परमाणुसे एकसे अधिक हाइड्रॉक्सिल मूलक संयुक्त नहीं रह सकते, इसलिए ग्लिसरॉल का रचना-सूत्र निम्नलिखित होना चाहिए:

$$CH_2(OH).CH(OH).CH_2(OH)$$

4. ग्लिसरॉलके ऑक्सीकरणसे प्राप्त यौगिक इसमें दो प्राथमिक और एक द्वैतीयिक अल्कोहलीय मूलककी उपस्थितिका निर्देश करते हैं।

ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेट

$$CH_2ONO_2.CHONO_2.CH_2ONO_2$$

ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेट शीघ्रतासे गर्म करने पर या अचानक चोट पड़ने पर ज़ोरदार धमाकेके साथ विच्छेदित हो जाता है। धमाकेका मुख्य कारण विच्छेदनसे बनी हुई गैसोंका अत्यधिक आयतन है जो आरम्भिक आयतनसे 10,000 गुनेसे भी अधिक होता है और इसके साथ ही काफ़ी ऊष्मा भी उत्पन्न होती है।

ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेटका उपयोग दो प्रकारसे किया जाता है:

1. **विस्फोटक बनानेमें:**

(क) **डायनेमाइट.** लकड़ीके बुरादेमें ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेटको अवशोषित करके, उसके साथ लगभग 45% अमोनियम नाइट्रेट और कुछ सोडियम नाइट्रेट मिला कर इसे बनाते हैं। डायनेमाइटका आविष्कार अल्फ़्रेड नोबेल ने सन् 1863 ई० में किया था।

(ख) **ब्लास्टिंग जिलेटिन.** यह लगभग 7% नाइट्रो-सेलुलोज़ और शेष ग्लिसरिल ट्राइ नाइट्रेटका रबर जैसा मिश्रण होता है। यह बहुत शक्तिशाली विस्फोटक है किन्तु डायनेमाइटसे कम सूक्ष्मग्राही (sensitive) है, इसलिए इसका इस्तेमाल अधिक सुरक्षित है।

(ग) **कॉरडाइट.** यह 30% ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेट, 65% नाइट्रो सेलुलोज़ और 5% वैसलीनका मिश्रण होता है। इसे धुआं रहित बारूद (smokeless gun powder) के रूपमें उपयोग करते हैं और इससे विशेष प्रकारके कारतूस भी बनाये जाते हैं।

2. **औषधिके रूपमें:**

इसका 1% अल्कोहलीय घोल एंगिना पेक्टोरिस (angina pectoris) नामक

हृदय रोगमें और धमनीय तनाव (arterial tension) कम करनेके लिए उपयोग किया जाता है।

प्रश्न

1. 'अल्कोहल' से क्या समझते हो? इनका वर्गीकरण किस प्रकार करोगे? प्राथमिक, द्वैतीयिक और त्रैतीयिक अल्कोहल क्या होते हैं? इनको परस्पर कैसे पहचानोगे? इनके एक-एक उदाहरणके ऑक्सीकरणसे बननेवाले पदार्थ लिखो।

2. लकड़ीके भंजक आसवनसे कौन-कौनसे पदार्थ बनते हैं? पायरोलिग्नियस अम्लसे शुद्ध मेथिल अल्कोहल, एसिटोन और एसिटिक अम्ल कैसे प्राप्त करोगे?
(उ० प्र० 1950, 52)

3. निम्नलिखित विषयों पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखो :
   (क) अल्कोहलमिति (Alcoholometry)
   (ख) शराबें (wines)
   (ग) मेथिलेटेड स्पिरिट (Methylated spirit)
   (घ) किण्व (Enzymes) (उ० प्र० 1950, 56)

4. मेथिल अल्कोहल और एसिटोनको वुड स्पिरिटसे कैसे पृथक करोगे?
(उ० प्र० 1959)

5. एथिल अल्कोहल और सिरकेके कल्पन पर विशेष ध्यान रखते हुए, किण्वन (fermentation) पर एक निबन्ध लिखो। (उ० प्र० 1957)

6. एथिल अल्कोहल बनानेकी व्यापारिक विधिका वर्णन करो। इसके रासायनिक गुणोंका वर्णन इस प्रकार करो कि स्पष्ट हो जाय कि इस पदार्थका सूत्र C_2H_5OH है।
(उ० प्र० 1961)

7. जब एथिल अल्कोहल सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्लसे भिन्न-भिन्न दशाओंमें क्रिया करता है तो कौनसे क्रियाफल प्राप्त होते हैं? प्रतिक्रियाओंको रचना-सूत्रों द्वारा प्रकट करो। इन क्रियाफलोंमें से किसी एक क्रियाफलको प्रयोगशालामें बनानेका वर्णन करो। (उ० प्र० 1951, 53, 55, 58)

8. मेथिल अल्कोहलसे एथिल अल्कोहल और एथिल अल्कोहलसे मेथिल अल्कोहल कैसे प्राप्त करोगे?
(उ० प्र० 1954)

9. मेथेनॉल और एथेनॉलके कल्पनका वर्णन करो। इनके रचना-सूत्रोंकी पुष्टिमें प्रमाण दो।

10. एथिल अल्कोहल और मेथिल अल्कोहलके बीच पहचान करनेके लिए रासायनिक परीक्षण बताओ।
(उ० प्र० 1961)

11. मॉनोहाइड्रिक अल्कोहलोंके ऑक्सीकरण पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखो।

12. ग्लिसरॉलका रचना-सूत्र लिखो। इसके मुख्य गुण और उपयोग बताओ।
(उ० प्र० 1958, 61)

13. ग्लिसरॉल अगले पृष्ठ पर उद्धृतके साथ कैसे प्रतिक्रिया करता है :

(क) Na (ख) HCl (ग) PCl_5 (घ) HNO_3 (ङ) $(COOH)_2$ (च) Br_2 (छ) $KHSO_4$ (ज) CH_3COCl (झ) H_2SO_4 और HNO_3 का मिश्रण (ट) NaOH।

14. ग्लिसरिल ट्राइनाइट्रेटके गुण और उपयोग बताओ। इस यौगिकको 'नाइट्रोग्लिसरीन' कहना क्यों ग़लत है?

15. एसिटिलीनसे निम्नलिखितको कैसे प्राप्त कर सकते हो? केवल समीकरण लिखो।

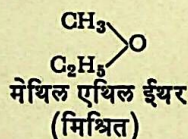
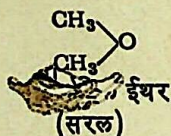
(क) $C_2H_5.OH$ (ख) C_2H_6 (ग) CH_4 (घ) $C_2H_5NO_2$ (ङ) $C_2H_5OC_2H_5$.

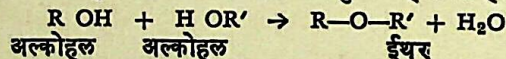
8

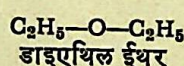
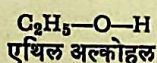
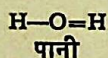
ईथर

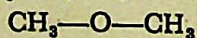
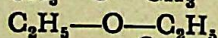
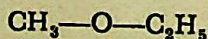
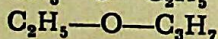
(Ethers)

वे कार्बनिक यौगिक, जिनमें दो एल्किल मूलक एक ऑक्सीजन परमाणुकी मध्यस्थतासे जुड़े रहते हैं, ईथर कहलाते हैं। इनका सामान्य सूत्र R—O—R′ है। दोनों मूलक R और R′ एकसे या भिन्न हो सकते हैं। जिसमें दोनों एल्किल मूलक एकसे होते हैं उसे सरल ईथर कहते हैं। जिसमें एल्किल मूलक भिन्न होते हैं उसे मिश्रित ईथर कहा जाता है। जैसे :

CH_3 >O CH_3 ईथर (सरल) CH_3 >O C_2H_5 मेथिल एथिल ईथर (मिश्रित)

ईथरको अल्कोहलोंके निर्जलीकरणसे बना हुआ कह सकते हैं।

$$\underset{\text{अल्कोहल}}{R\ OH} + \underset{\text{अल्कोहल}}{H\ OR'} \rightarrow \underset{\text{ईथर}}{R{-}O{-}R'} + H_2O$$

यदि अल्कोहल पानीके मोनो-एल्किल व्युत्पन्न हैं तो ईथर पानीके डाइ-एल्किल व्युत्पन्न हैं।

H—O=H	C_2H_5—O—H	C_2H_5—O—C_2H_5
पानी	एथिल अल्कोहल	डाइएथिल ईथर

नामकरण (Nomenclature).

ईथरोंका नामकरण उनमें उपस्थित ऑक्सीजन परमाणुसे संयुक्त एल्किल मूलकोंके अनुसार होता है। उदाहरणार्थ—

CH_3—O—CH_3	मेथिल मेथिल ईथर या डाइमेथिल ईथर
C_2H_5—O—C_2H_5	एथिल एथिल ईथर या डाइएथिल ईथर

यदि मूलक भिन्न हों तो पहले छोटे एल्किल मूलकका नाम लेते हैं, फिर बड़ेका जैसे :

CH_3—O—C_2H_5	मेथिल एथिल ईथर
C_2H_5—O—C_3H_7	एथिल प्रोपिल ईथर

ईथर श्रेणीका पहला सदस्य डाइमेथिल ईथर है, लेकिन ईथरोंमें सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण डाइएथिल ईथर है।

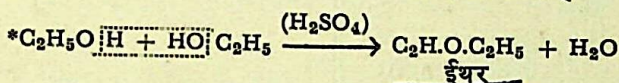
डाइएथिल ईथर (Diethyl Ether)

धुक्ति सूत्र : $C_2H_5.O.C_2H_5$

इसका प्रचलित नाम केवल 'ईथर' है।

बनानेकी विधियां.

1. एथिल अल्कोहलसे. प्रयोगशाला और उद्योग दोनोंमें एथिल अल्कोहलको सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ 140°C तक गर्म करके ईथर बनाते हैं।

$$^*C_2H_5O\,\boxed{H + HO}\,C_2H_5 \xrightarrow{(H_2SO_4)} \underset{\text{ईथर}}{C_2H.O.C_2H_5} + H_2O$$

इस समीकरणसे ऐसा जान पड़ता है कि सल्फ़्यूरिक अम्ल खर्च नहीं होता, और वह अल्कोहलकी असीमित मात्राको ईथरमें बदल सकता है। इसीलिए इस विधिको 'निरन्तर ईथरीकरण विधि' (continuous etherification process) कहते भी हैं। किन्तु व्यवहारमें यदि समय-समय पर सल्फ़्यूरिक अम्ल न डाला जाय तो प्रतिक्रियाकी गति मन्द पड़ जाती है। इसके दो कारण हैं :

(क) प्रतिक्रियामें बना पानी सल्फ़्यूरिक अम्लकी सान्द्रता कम कर देता है जिससे उसकी क्रियाशीलता क्षीण हो जाती है।

(ख) सल्फ़्यूरिक अम्लका कुछ अंश अल्कोहल द्वारा अवकृत होकर सल्फ़र डाइ-ऑक्साइड बनकर निकल जाता है।

इस प्रतिक्रियामें अल्कोहलका आधिक्य होना चाहिए और ताप 140—145°C होना चाहिए अन्यथा एथिलीन बन जाती है।

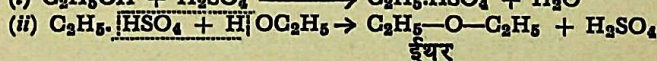
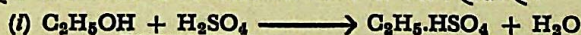
सल्फ़्यूरिक अम्लके बजाय ग्लेशल फ़ॉस्फ़ोरिक अम्ल या बेंज़ीन सल्फ़ोनिक अम्ल का उपयोग करनेसे ईथर अधिक बनता है क्योंकि तब पार्श्व प्रतिक्रियाएं नहीं होतीं।

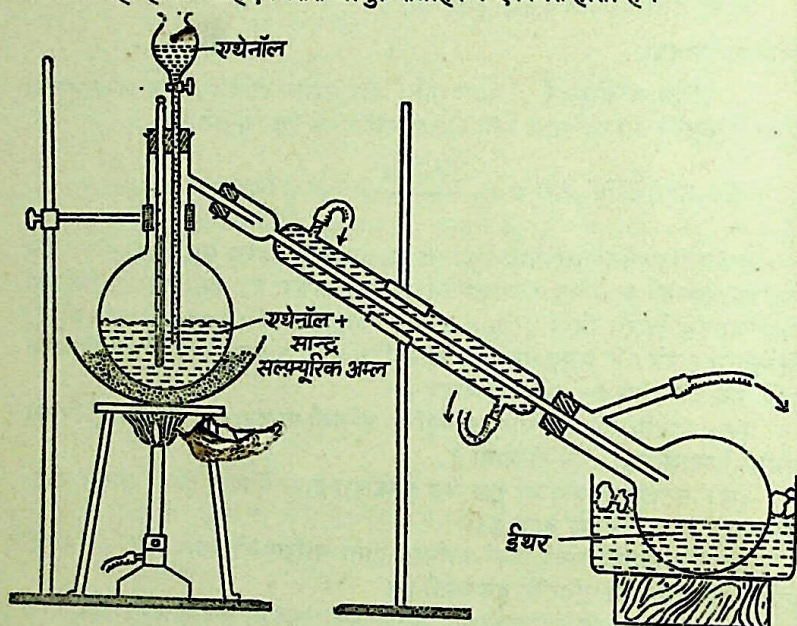
प्रयोगशालामें बनाना. एक आसवन फ़्लास्कमें 100 घ० से० एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) लो। उसमें 10 घ० से० सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल धीरे-धीरे मिलाओ। सल्फ़्यूरिक अम्ल और अल्कोहलके मिलते ही ऊष्मा पैदा होती है। इसलिए अम्लको डालते समय फ़्लास्कको हिलाते जाओ और बीच-बीचमें पानीमें रख कर ठण्डा कर लो। फ़्लास्कमें बिन्दु-कीप (tap funnel) और थर्मामीटर लगाओ। थर्मामीटरका बल्ब द्रवमें डूबा हुआ और फ़्लास्कके पेंदे (bottom) के पास तक होना चाहिए। फ़्लास्क से एक लम्बा संघनित्र† जोड़ दो। इसका दूसरा सिरा बर्फ़में रखी हुई बोतलसे जुड़ा हो (चित्र 26)।

---

* पहले माना जाता था कि प्रतिक्रिया निम्न दो पदोंमें होती है :

(i) $C_2H_5OH + H_2SO_4 \longrightarrow C_2H_5.HSO_4 + H_2O$

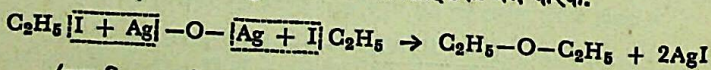
(ii) $C_2H_5.\boxed{HSO_4 + H}\,OC_2H_5 \rightarrow \underset{\text{ईथर}}{C_2H_5{-}O{-}C_2H_5} + H_2SO_4$

† संघनित्र लम्बा हो ताकि संग्राहक बर्नरसे दूर रहे; क्योंकि ईथरमें आग लगने का डर रहता है।

फ़्लास्कको रेणु-ऊष्मक पर 140-145°C तक गर्म करो। इससे फ़्लास्कका द्रव उबलने लगेगा। अब बिन्दु-कीप द्वारा फ़्लास्कमें एथेनॉल टपकाओ। टपकाने की गति वही होनी चाहिए जिससे आसुत संग्राहकमें एकत्रित होता है।

चित्र 26. प्रयोगशालामें ईथर बनाना।

संग्राहकमें ईथरके साथ एथेनॉल, पानी और थोड़ा सल्फ़्यूरिक अम्ल भी आता है। शुद्ध ईथर प्राप्त करनेके लिए—

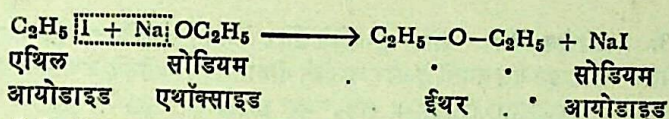
आसुतको 60 घ० से० तनु कास्टिक सोडा घोलके साथ एक पृथक्कारी कीपमें हिलाओ और कुछ देरके लिए यह मिश्रण रख दो। सल्फ्यूरिक अम्ल सोडियम सल्फ़ेटमें बदल जाता है और कास्टिक सोडामें घुल जाता है। ईथरकी तहको अलग करके उसे सोडियम क्लोराइडके सन्तृप्त घोलके साथ हिलाओ, इससे अल्कोहल घुल जायेगा। पृथक्कारी कीप द्वारा ईथर अलग कर लो। अब इसे अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड पर सुखा लो। 34–36°C ताप पर आसवित करनेसे शुद्ध ईथर मिलेगा।

2. एथिल आयोडाइड और शुष्क सिल्वर ऑक्साइडको गर्म करके.

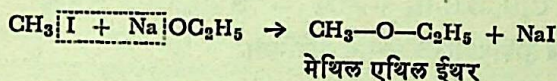
$$C_2H_5\boxed{I + Ag}-O-\boxed{Ag + I}C_2H_5 \rightarrow C_2H_5-O-C_2H_5 + 2AgI$$

(नम सिल्वर ऑक्साइड लेनेसे एथिल अल्कोहल बनता है)

3. विलियम्सन (Williamson) की संश्लेषण विधि. सोडियम एथॉक्साइडकी क्रियासे :

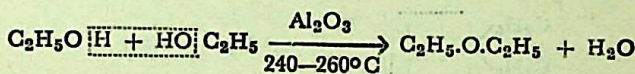
$$C_2H_5\boxed{I + Na}OC_2H_5 \longrightarrow C_2H_5-O-C_2H_5 + NaI$$

एथिल आयोडाइड, सोडियम एथॉक्साइड, ईथर, सोडियम आयोडाइड

यह विधि विलियम्सन ने निकाली थी। इसलिए यह विलियम्सन की संश्लेपण विधि कहलाती है। यह विधि मिश्रित ईथर बनानेके लिए विशेष रूपसे उपयुक्त है। जैसे :

$$CH_3\boxed{I + Na}OC_2H_5 \rightarrow CH_3-O-C_2H_5 + NaI$$

मेथिल एथिल ईथर

4. **अल्कोहलके निर्जलीकरणसे.** अल्कोहलकी वाष्पको ऊँचे दवाव और 240°—260°C तक गर्म किये अल्युमिना पर प्रवाहित करनेसे अल्कोहलके दो अणुओंमें से पानीका एक अणु निकल जाता है और ईथर बनता है।

$$C_2H_5O\boxed{H + HO}C_2H_5 \xrightarrow[240-260^\circ C]{Al_2O_3} C_2H_5.O.C_2H_5 + H_2O$$

ईथर

यह विधि सेण्डेरां (Senderens) ने निकाली थी [illegible] कल्पनमें भी काम आती है।

गुण.

यह रंगहीन, खुशबूदार यौगिक है और इतना वाष्पशील है कि हथेली पर रखते ही उड़ जाता है। इसके वाष्प चेतना शून्यक होते हैं। यह अति ज्वलनशील है और हवाके साथ विस्फोटक मिश्रण बनाता है।

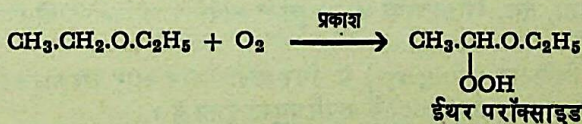
ईथर बहुत कम क्रियाशील है। ऑक्सीकारकों, तनु अम्लों, क्षारों तथा सोडियम और पोटैसियमका साधारण ताप पर कोई प्रभाव नहीं होता। इसकी निष्क्रियताका मुख्य कारण दो एल्किल (एथिल) मूलकोंकी उपस्थिति है जिनकी क्रियाशीलता बहुत कम होती है। मुख्य प्रतिक्रियाएं नीचे दी जाती हैं।

1. **ज्वलन.** हवा या ऑक्सीजनमें जलकर यह CO_2 और H_2O बनाता है।

$$C_2H_5.O.C_2H_5 + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

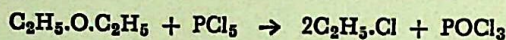
2. **वायु और प्रकाशकी क्रिया.** सूर्यके प्रकाश और वायुकी उपस्थितिमें ईथर धीरे-धीरे ईथर परॉक्साइडमें ऑक्सीकृत हो जाता है। ईथर परॉक्साइड विस्फोटक और विपैला पदार्थ है। यदि यह थोड़ी मात्रामें भी हो तो उस ईथरको निश्चेतकके रूपमें उपयोग नहीं करते।

$$CH_3.CH_2.O.C_2H_5 + O_2 \xrightarrow{\text{प्रकाश}} CH_3.\underset{\displaystyle OOH}{\underset{|}{C}H}.O.C_2H_5$$

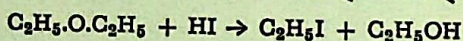
ईथर परॉक्साइड

3. क्लोरीन गैसके जारमें डालनेसे ईथर तेज़ीसे विस्फोटित हो जाता है। हाइड्रोजन क्लोराइड गैस बनती है और जारकी दीवारों पर कार्बनके कण जम जाते हैं।

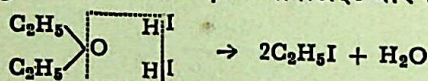
$$C_2H_5.O.C_2H_5 + 4Cl_2 \rightarrow 8HCl + H_2O + 4C$$

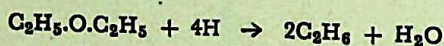
4. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रिया. ठण्डेमें ईथर फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइड के साथ क्रिया नहीं करता, लेकिन गर्म करने पर एथिल क्लोराइड बनाता है।

$$C_2H_5.O.C_2H_5 + PCl_5 \rightarrow 2C_2H_5.Cl + POCl_3$$

5. सान्द्र हाइड्रियॉडिक अम्लसे प्रतिक्रिया.

(*i*) ठण्डेमें एथिल आयोडाइड और एथिल अल्कोहल बनता है।

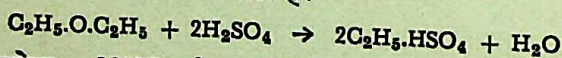
$$C_2H_5.O.C_2H_5 + HI \rightarrow C_2H_5I + C_2H_5OH$$

परन्तु गर्म करने पर केवल एथिल आयोडाइड और पानी बनता है।

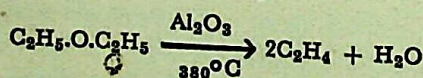
$$\begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix} > O \quad \begin{matrix} H|I \\ H|I \end{matrix} \rightarrow 2C_2H_5I + H_2O$$

(*ii*) हाइड्रियॉडिक अम्ल और लाल फ़ॉस्फ़ोरसके साथ गर्म करनेसे ईथर अवकृत होकर एथेन बनाता है।

$$C_2H_5.O.C_2H_5 + 4H \rightarrow 2C_2H_6 + H_2O$$

6. जलविच्छेदन. थोड़े सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें अतितप्त भाप (superheated steam) ईथरको जल-विच्छेदित कर देती है जिससे एथिल अल्कोहल बनता है।

$$C_2H_5OC_2H_5 + H_2O \rightarrow 2C_2H_5OH$$

7. सल्फ़्यूरिक अम्लसे प्रतिक्रिया. सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करने पर ईथर, एथिल हाइड्रोजन सल्फ़ेट बनाता है।

$$C_2H_5.O.C_2H_5 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2C_2H_5.HSO_4 + H_2O$$

8. विच्छेदन. 380°C गर्म अल्युमिना परसे ईथर वाष्पको प्रवाहित करनेसे वह एथिलीन और पानीमें विच्छेदित हो जाती है।

$$C_2H_5.O.C_2H_5 \xrightarrow[380^\circ C]{Al_2O_3} 2C_2H_4 + H_2O$$

उपयोग.

1. यह वसा, तेल, रेज़िन तथा अन्य बहुत-से कार्बनिक यौगिकोंके घोलकके रूप में काम आता है।

2. शल्य चिकित्सा (surgery) में ईथर क्लोरोफ़ॉर्म और अल्कोहलके साथ मिलाकर निश्चेतक (anaesthetic) के रूपमें प्रयुक्त होता है।

3. अल्कोहलके साथ मिलाकर इसे पेट्रोलके स्थान पर इंधनकी तरह इस्तेमाल करते हैं।

4. अत्यधिक वाष्पशील होनेके कारण यह प्रशीतकके रूपमें भी काम आता है।

5. वहुत-सी कार्बनिक प्रतिक्रियाएं ईथरके माध्यममें होती हैं, जैसे वुर्ट्स प्रतिक्रिया और ग्रिग्नार्ड प्रतिक्रिया। इनमें ईथर घोलकके रूपमें काम आता है।

रचना.

1. ईथरका अणु-सूत्र $C_4H_{10}O$ है। यह और ब्यूटिल अल्कोहल ($C_4H_9 \cdot OH$) समावयवी हैं किन्तु अल्कोहलोंका लाक्षणिक मूलक–OH है जिसकी विशिष्ट प्रतिक्रियाएं (सोडियम और PCl_5 के साथ प्रतिक्रियाएं) ईथर नहीं देता, इसलिए इसमें–OH मूलक नहीं हो सकता। तब इसके निम्नलिखित रचना-सूत्र लिखे जा सकते हैं :

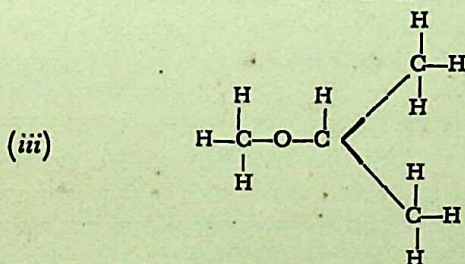
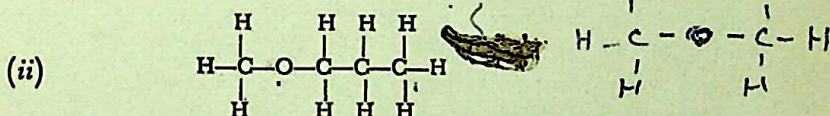
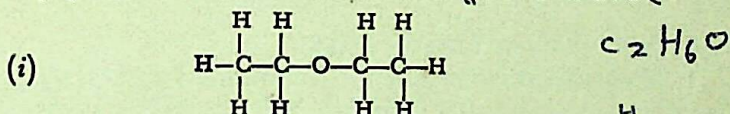
(*i*)

```
    H  H     H  H
    |  |     |  |
 H—C—C—O—C—C—H
    |  |     |  |
    H  H     H  H
```

(*ii*)

```
    H     H  H  H
    |     |  |  |
 H—C—O—C—C—C—H
    |     |  |  |
    H     H  H  H
```

(*iii*)

```
                    H
                    |
                    C—H
    H     H       / |
    |     |      /  H
 H—C—O—C <
    |            \  H
    H             \ |
                    C—H
                    |
                    H
```

2. ईथरको सान्द्र हाइड्रियॉडिक अम्लके साथ गर्म करनेसे एथिल आयोडाइड और पानी बनता है।

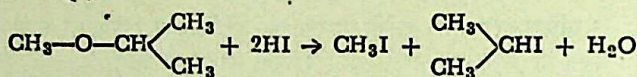
$$\underset{\text{ईथर}}{C_4H_{10}}\,\boxed{O + 2H}\,I \rightarrow H_2O + 2C_2H_5I$$

इससे मालूम होता है कि ईथरमें दो एथिल मूलक (C_2H_5–) हैं क्योंकि तभी ऑक्सीजनकी दोनों संयोजकताएं सन्तुष्ट हो सकती हैं और एथिल आयोडाइडके दो अणु बन सकते हैं। यह बात सूत्र (*i*) के पक्षमें है।

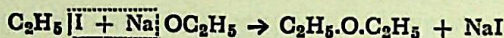
3. सूत्र (*ii*) के अनुसार HI की क्रियासे मेथिल आयोडाइड, नॉ० प्रोपिल आयोडाइड तथा पानी बनना चाहिए :

$$CH_3.O.C_3H_7 + 2HI \rightarrow CH_3I + C_3H_7I + H_2O$$

और सूत्र (*iii*) के अनुसार मेथिल आयोडाइड, आइसो प्रोपिल आयोडाइड और पानी बनना चाहिए :

$$CH_3—O—CH\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} + 2HI \rightarrow CH_3I + \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}CHI + H_2O$$

लेकिन केवल C_2H_5I और पानी बनता है, अतः सूत्र (*ii*) और (*iii*) ठीक नहीं हैं।

4. ईथर बनानेकी विलियम्सन विधिसे भी सूत्र (*i*) की ही पुष्टि होती है।

$$C_2H_5|I + Na|OC_2H_5 \rightarrow C_2H_5.O.C_2H_5 + NaI$$

अतः सूत्र (*i*) ही ईथरका सही रचना-सूत्र है।

ईथरोंकी समावयवता.

ईथरोंकी समावयवता दो प्रकारकी होती है।

1. **अल्कोहलोंके साथ समावयवता.** ईथरोंका सामान्य अणु सूत्र $C_nH_{2n+2}O$ है और यही सूत्र अल्कोहलोंका भी है। अतः किसी ईथरके अणु-सूत्र वाले अल्कोहल भी हो सकते हैं। जैसे मेथिल ईथर और एथेनॉल एक दूसरेके समावयवी हैं। दोनोंका अणु-सूत्र C_2H_6O है लेकिन दोनोंमें लाक्षणिक मूलक (functional group) भिन्न-भिन्न हैं। एथेनॉलमें लाक्षणिक मूलक–OH है और मेथिल ईथरमें–O–है। इसलिए यह समावयवता, लाक्षणिक समावयवता (functional isomerism) हुई।

2. **अन्य ईथरोंके साथ समावयवता.** डाइ मेथिल ईथर और मेथिल एथिल ईथर के अलावा अन्य सब ईथरोंके कई-कई समावयवी ईथर पाये जाते हैं। एथिल ईथर ($C_2H_5.O.C_2H_5$), मेथिल नॉ॰ प्रोपिल ईथर ($CH_3.O.CH_2CH_2CH_3$) और मेथिल आइसो प्रोपिल ईथर [$CH_3.O.CH.(CH_3)_2$] समावयवी हैं क्योंकि इन तीनोंका अणु-सूत्र $C_4H_{10}O$ है। इनमें एल्किल मूलक भिन्न-भिन्न हैं। इस प्रकारकी समावयवताको जो एक ही सधर्ममालाके सदस्योंमें पायी जाती है, **मितावयवता (metamerism)** कहते हैं। इस प्रकारकी समावयवता उन सब सधर्ममालाओंमें पायी जाती है जिनमें एकसे अधिक एल्किल मूलक किसी बहुसंयोजक परमाणुसे संयुक्त होते हैं जैसे कीटोन, एमीन, एस्टर आदि।

ईथरों और अल्कोहलोंकी तुलना

ईथर और अल्कोहल—दोनों प्रकारके यौगिकोंमें एक एल्कॉक्सी मूलक RO— (जैसे C_2H_5O—) होता है। इसलिए इनकी कुछ प्रतिक्रियाएं समान होती हैं। लेकिन अल्कोहलोंमें ऑक्सीजन परमाणुसे एक हाइड्रोजन परमाणु सीधे संयुक्त रहता है जो सरलतासे विस्थापित या ऑक्सीकृत किया जा सकता है। ईथरोंमें इसकी जगह एक एल्किल मूलक होता है जो न सरलतासे विस्थापित किया जा सकता है और न ही ऑक्सीकृत हो सकता है। अगले पृष्ठ पर दी गयी तालिका इन दोनों प्रकारके यौगिकों के मुख्य अन्तरों को दिखलाती है :

गुण	एथिल अल्कोहल	डाइ एथिल ईथर
1. सोडियमसेप्रतिक्रिया	हाइड्रोजन निकलती है।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।
2. PCl_5 से प्रतिक्रिया	प्रतिक्रिया ठण्डेमें भी होती हैं। C_2H_5Cl, $POCl_3$ और HCl वनते हैं।	प्रतिक्रिया केवल गर्म करने पर होती है। C_2H_5Cl और $POCl_3$ बनते हैं।
3. HI से प्रतिक्रिया	C_2H_5I और H_2O बनते हैं।	C_2H_5I, C_2H_5OH और H_2O बनते हैं।
4. Cl_2 से प्रतिक्रिया	क्लोरल (CCl_3CHO) वनता है।	हाइड्रोजन परमाणु प्रतिस्थापित होते हैं और क्लोरो-ईथर बनते हैं।

प्रश्न

1. ईथरका रचना-सूत्र लिखो और इसके व[illegible]विधि तथा मुख्य गुणोंका वर्णन करो।

2. ईथरको फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडके साथ गर्म करनेसे क्या होता है? समीकरण दो।

3. ईथरका रचना-सूत्र लिखो और इसे बनानेका प्रयोगात्मक विवरण दो। इसे कैसे शुद्ध करते हैं? (उ० प्र० 1947)

4. ईथरको एथिल अल्कोहलसे बनानेकी विधिका वर्णन करो। यह विधि 'निरन्तर ईथरीकरण विधि' क्यों कहलाती है? उपकरणका स्वच्छ चित्र देकर रासायनिक प्रतिक्रियाओंको समझाओ।

इस प्रयोगमें तुम दशाओंका क्या परिवर्तन करोगे ताकि क्रियाफल बदल जाय? इन क्रियाफलोंके नाम और रचना-सूत्र लिखो।

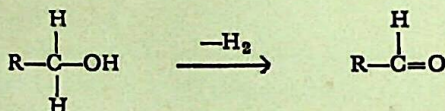
5. एक कार्बनिक यौगिकका अणु-सूत्र $C_4H_{10}O$ है। किस प्रकार पता लगाओगे कि यह कोई अल्कोहल है या ईथर? यदि यह एक ईथर हो तो इसके रचना-सूत्रका निश्चय कैसे करोगे?

9

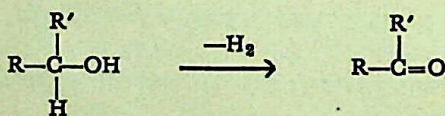
अल्डिहाइड और कीटोन

(Aldehydes and Ketones)

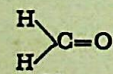
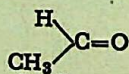
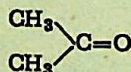
प्राथमिक अल्कोहलोंको विहाइड्रोजनित करने पर उनके अणुसे दो हाइड्रोजन परमाणु निकल जाते हैं। बचे हुए पदार्थको विहाइड्रोजनित अल्कोहल या अल्कोहल डिहाइड्रोजनेट कह सकते हैं। इस नामका संक्षिप्त रूप अल्डिहाइड है।

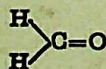
$$R-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-OH \xrightarrow{-H_2} R-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O$$

प्राथमिक अल्कोहल — अल्डिहाइड

इसी प्रकार द्वैतीयिक अल्कोहलोंको विहाइड्रोजनित करनेसे कीटोन बनते हैं।

$$R-\underset{H}{\overset{R'}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-OH \xrightarrow{-H_2} R-\overset{R'}{\overset{|}{C}}=O$$

द्वैतीयिक अल्कोहल — कीटोन

अल्डिहाइड और कीटोन, दोनोंका सामान्य सूत्र $C_nH_{2n}O$ है। ये परस्पर समावयवी हैं। दोनोंमें कार्बोनिल मूलक ($>C=O$) होता है। अल्डिहाइडोंमें यह मूलक या तो दो हाइड्रोजन परमाणुओंसे संयुक्त रहता है या एक हाइड्रोजन और एक एल्किल मूलकसे। कीटोनोंमें यह दो एल्किल मूलकोंसे संयुक्त रहता है जैसे :

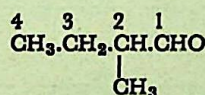
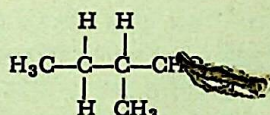
$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=O \qquad \begin{matrix}H\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=O \qquad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=O$$

फ़ॉर्मल्डिहाइड — एसिटल्डिहाइड — एसिटोन (एक कीटोन)

अल्डिहाइडों और कीटोनोंके बहुत-से गुण कार्बोनिल मूलक ($>C=O$) की उपस्थितिके फलस्वरूप एक से हैं। कीटोनोंमें कार्बोनिल मूलकको कीटोनिक मूलक कहते हैं और यह इस सधर्ममालाके सदस्योंका लाक्षणिक मूलक है। अल्डिहाइडोंका लाक्षणिक मूलक

$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=O \quad \text{या} \quad -CHO \quad \text{है।}$$

अल्डिहाइड (Aldehydes)

पुरानी प्रणालीके अनुसार अल्डिहाइडोंके नाम उनके ऑक्सीकरणसे प्राप्त अम्लों के नामों पर रखे गये हैं; जैसे फ़ार्मल्डिहाइड (H.CHO) नाम फ़ॉर्मिक अम्ल (H.COOH) पर और एसिटल्डिहाइड (CH_3.CHO) नाम एसिटिक अम्ल (CH_3.COOH) पर रखा गया है। अम्लके नाममें से 'इक' हटाकर 'अल्डिहाइड' लगानेसे नाम बन गया है। लेकिन जिनेवा प्रणालीके अनुसार नाम रखना अधिक अच्छा है। इस प्रणालीके अनुसार किसी पैराफ़िनके जिनेवा नामके अन्तमें 'अल' लगा देने से उतने ही कार्बन परमाणुके अल्डिहाइडका नाम बन जाता है जैसे मेथेन (CH_4) से मेथेनल (H.CHO), एथेन (C_2H_6) से एथेनल (CH_3.CHO)। किसी जटिल अल्डिहाइडका नाम रखनेके लिए उसकी सबसे लम्बी वह कार्बन-शृंखला ली जाती है जिसके एक सिरे पर CHO मूलक हो। इस शृंखलामें जितने कार्बन परमाणु होते हैं उतने कार्बन परमाणुओंके पैराफ़िनके नाम पर उस अल्डिहाइडका नाम रखा जाता है। –CHO मूलकके कार्बन परमाणुको शृंखलाका पहला कार्बन परमाणु मान कर अंकन करते हैं।

$$H_3C-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{CH_3}{C}}-CHO$$

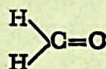
$$\overset{4}{CH_3}.\overset{3}{CH_2}.\overset{2}{\underset{CH_3}{CH}}.\overset{1}{CHO}$$

2–मेथिल ब्यूटेनल

सन्तृप्त एलीफ़ैटिक अल्डिहाइडोंकी सधर्ममालाका सूत्र R–CHO है जहां R हाइड्रोजन परमाणु या एल्किल मूलक है। इस श्रेणीके कुछ अल्डिहाइडोंके नाम नीचे दिये गये हैं।

अल्डिहाइडका सूत्र	अल्डिहाइडका	
	पुराना नाम	जिनेवा नाम
$(H)(H)C=O$	फ़ॉर्मल्डिहाइड	मेथेनल
$(CH_3)(H)C=O$	एसिटल्डिहाइड	एथेनल
$(CH_3.CH_2)(H)C=O$	प्रोपिओनल्डिहाइड	प्रोपेनल

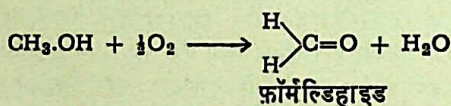
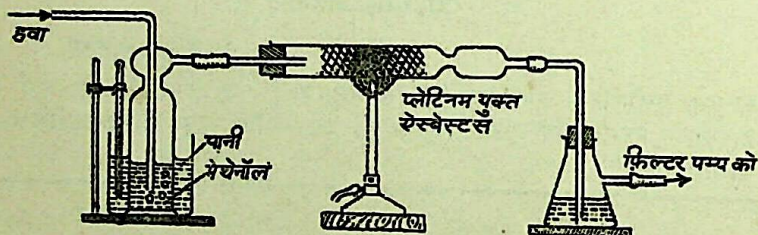
फ़ॉर्मेल्डिहाइड (Formaldehyde)

(मेथेनल)

युक्ति-सूत्र : H.CHO रचना-सूत्र : $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>\!C=O$

बनानेकी विधियां.

1. **मेथेनॉलके ऑक्सीकरणसे.** मेथेनॉल (मेथिल अल्कोहल) की वाष्प और हवाके मिश्रणको 250°C तक गर्म किये हुए प्लैटिनम युक्त ऐस्बेस्टस (platinised asbestos) पर प्रवाहित करनेसे फ़ॉर्मेल्डिहाइड बनता है :

$$CH_3.OH + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>\!C=O + H_2O$$

फ़ॉर्मेल्डिहाइड

प्रयोगशालामें बनाना. एक धावन बोतलमें कुछ मेथेनॉल लेकर उसे गुनगुने पानीसे भरे एक बीकरमें रखो। धावन बोतलमें एक नली द्वारा हवा भेजी जाती है जो मेथेनॉल वाष्पके साथ एक [illegible] नलीमें रखे हुए प्लैटिनम युक्त ऐस्बेस्टस परसे प्रवाहित होती है। ऐस्बेस्टसको प्रयोगके शुरूमें इतना गर्म करो कि वह चमकने लगे। यदि हवा का प्रवाह काफ़ी तेज हो तो मेथेनॉलके ऑक्सीकरणमें काफ़ी ऊष्मा उत्पन्न हो जाती है

चित्र 27. फ़ॉर्मेल्डिहाइड बनानेकी प्रयोगशाला विधि।

जो ऐस्बेस्टसको बराबर गर्म बनाये रखती है। इसलिए ऐस्बेस्टसको अब गर्म करने की आवश्यकता नहीं रहती।

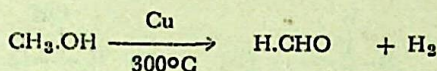
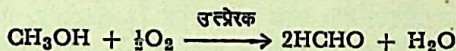
फ़्लास्कको फ़िल्टर पम्पसे जोड़ दो जिससे मेथेनॉलमें हवाकी धारा लगातार आती रहे। फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी वाष्पके साथ कुछ मेथेनॉल वाष्प भी आकर फ़्लास्कके पानीमें घुल जाती है। इस प्रकार फ़ॉर्मेल्डिहाइडका पानीमें लगभग 40 % घोल तैयार कर लेते हैं। फ़ॉर्मेल्डिहाइडको बड़ी मात्रामें बनानेके लिए भी यह विधि उपयोगी है।

2. **विहाइड्रोजनीकरण या ऑक्सीकरण द्वारा.** मेथेनॉलकी वाष्प 300°C तक गर्म किये हुए कॉपरके चूर्ण पर प्रवाहित करनेसे विहाइड्रोजनीकरण द्वारा फ़ॉर्मेल्डिहाइड बनता है :

श्री कृपाकर मिश्रा B. A. C. Final.

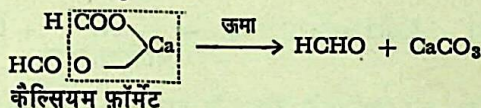
$$CH_3.OH \xrightarrow[300°C]{Cu} H.CHO + H_2$$

फ़ॉर्मल्डिहाइड

$$CH_3OH + \tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} 2HCHO + H_2O$$

इस विधिसे फ़ॉर्मल्डिहाइड बड़ी मात्रामें बनाया जाता है।

3. **कैल्सियम फ़ॉर्मेटके शुष्क आसवनसे.**

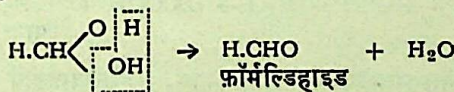
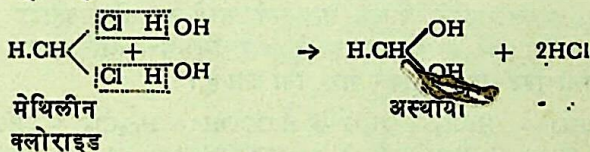
$$(HCOO)_2Ca \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} HCHO + CaCO_3$$

कैल्सियम फ़ॉर्मेट

4. **मेथिलीन क्लोराइडके जलविच्छेदनसे.** मेथिलीन क्लोराइडको अतितप्त (superheated) भाप द्वारा गर्म करने पर फ़ॉर्मल्डिहाइड बनता है। प्रतिक्रिया दो पदोंमें पूरी होती है।

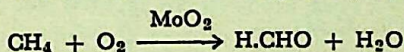
$$H.CH\langle^{Cl}_{Cl} + \begin{matrix} H\,OH \\ H\,OH \end{matrix} \rightarrow H.CH\langle^{OH}_{OH} + 2HCl$$

मेथिलीन क्लोराइड — अस्थायी

$$H.CH\langle^{OH}_{OH} \rightarrow H.CHO + H_2O$$

फ़ॉर्मल्डिहाइड

5. **मेथेनके नियंत्रित ऑक्सीकरणसे** फ़ॉर्मल्डिहाइड बड़ी मात्रामें बनाया जाता है।

$$CH_4 + O_2 \xrightarrow{MoO_2} H.CHO + H_2O$$

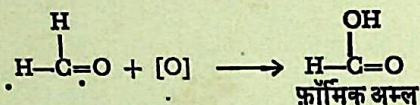
गुण.

फ़ॉर्मल्डिहाइड रंगहीन गैस है। इसका क्वथनांक—21°C है। पानीमें यह बहुत घुलनशील है।

इसकी गन्ध बड़ी तेज़ होती है। फ़ॉर्मल्डिहाइडका जलीय घोल तीव्र कृमिनाशक (antiseptic) और कीटाणुनाशक (disinfectant) होता है। इसका 40% जलीय घोल फ़ॉर्मलीन (formalin) के नामसे बिकता है।

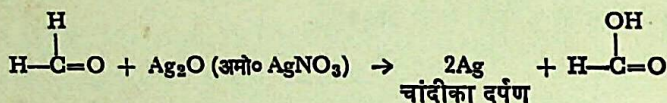
फ़ॉर्मल्डिहाइड अपनी श्रेणीके सब अल्डिहाइडोंसे अधिक क्रियाशील है क्योंकि इस में—CHO समूहसे एक हाइड्रोजन परमाणु जुड़ा हुआ है जबकि अन्य अल्डिहाइडोंमें एल्किल मूलक जुड़ा होता है—और एल्किल मूलक हाइड्रोजनकी अपेक्षा कम क्रियाशील होते हैं।

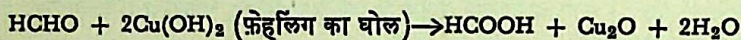
1. **ऑक्सीकरण.** फ़ॉर्मल्डिहाइड बड़ी आसानीसे ऑक्सीकृत होकर फ़ॉर्मिक अम्ल बनाता है।

$$H-\underset{|}{\overset{H}{C}}=O + [O] \longrightarrow H-\overset{OH}{\underset{}{C}}=O$$

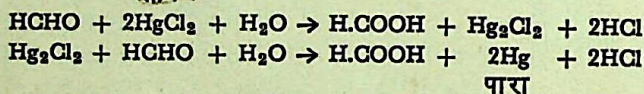
फ़ॉर्मिक अम्ल

इसलिए फ़ॉर्मेल्डिहाइड एक तीव्र अवकारक (reducing agent) है। यह अमोनियाकल सिल्वर नाइट्रेट* को अवकृत करके चांदीका दर्पण (silver mirror) बनाता है।

$$H-\overset{H}{C}=O + Ag_2O\ (\text{अमो० } AgNO_3) \rightarrow 2Ag + H-\overset{OH}{C}=O$$

चांदीका दर्पण

फ़ॉर्मेल्डिहाइड जब फेह्लिंगके घोल† के साथ गर्म किया जाता है तो क्यूप्रस ऑक्साइडका लाल भूरा अवक्षेप बनता है।

$$HCHO + 2Cu(OH)_2\ (\text{फ़ेह्लिंग का घोल}) \longrightarrow HCOOH + Cu_2O + 2H_2O$$

मरक्यूरिक क्लोराइडके घोलके साथ गर्म करने पर फ़ॉर्मेल्डिहाइड पहले उसे मरक्यूरस क्लोराइडमें अवकृत करता है और मिश्रणको अधिक गर्म करने पर मरक्यूरस क्लोराइड अवकृत होकर पारा बना देता है।

$$HCHO + 2HgCl_2 + H_2O \rightarrow H.COOH + Hg_2Cl_2 + 2HCl$$

$$Hg_2Cl_2 + HCHO + H_2O \rightarrow H.COOH + \underset{\text{पारा}}{2Hg} + 2HCl$$

2. **कार्बोनिल मूलककी योग प्रतिक्रियाएं.** अल्डिहाइडोंमें उपस्थित कार्बोनिल मूलक ($>C=O$) असन्तृप्त है क्योंकि इसमें कार्बन और ऑक्सीजन द्विबन्धन द्वारा जुड़े हुए हैं। जब कोई उपयुक्त प्रतिकारक अल्डिहाइडोंके सम्पर्कमें आता है तो यह द्वि-बन्धन टूट जाता है और कार्बन तथा ऑक्सीजन दोनोंकी एक-एक संयोजकता स्वतंत्र

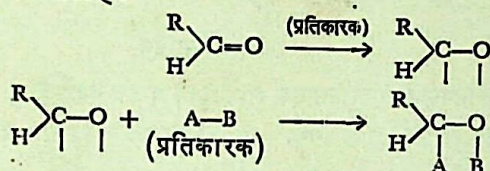
---

* सिल्वर नाइट्रेटके घोलमें अमोनियम हाइड्रॉक्साइड डालने पर पहले सफ़ेद अवक्षेप बनता है जो अधिक अमोनियम हाइड्रॉक्साइड डालने पर घुल जाता है। इस प्रकार बने घोलको सिल्वर नाइट्रेटका अमोनियाकल घोल कहते हैं।

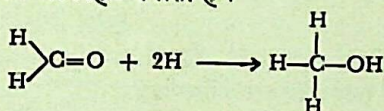
† **फ़ेह्लिंगका घोल.** कॉपर सल्फ़ेटके क्षारीय घोलको जिसमें थोड़ा सोडियम पोटैसियम टारटरेट (रॉशेल लवण, $\begin{matrix} CHOH.COONa \\ | \\ CHOH\ COOK \end{matrix}$) मिला हो, फ़ेह्लिंगका घोल कहते हैं। कॉपर सल्फ़ेटके जलीय घोलमें सोडियम हाइड्रॉक्साइडका घोल मिलाया जाता है तो $Cu(OH)_2$ अवक्षेपित हो जाता है—किन्तु इस घोलमें थोड़ा रॉशेल लवण मिला देनेसे $Cu(OH)_2$ अवक्षेपित नहीं हो पाता (घुलनशील सोडियम पोटैसियम क्यूप्रिक टारटरेट बननेके कारण)। यह घोल फ़ेह्लिंगका घोल कहलाता है। यह रासायनिक दृष्टिसे Cu या $Cu(OH)_2$ के समान व्यवहार करता है।

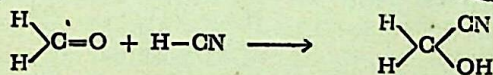
हो जाती हैं—ये संयोजकताएं प्रतिकारकके मूलकों द्वारा सन्तुष्ट होती हैं और युक्त यौगिक बन जाता है।

$$\begin{matrix} R \\ H \end{matrix}\rangle C{=}O \xrightarrow{\text{(प्रतिकारक)}} \begin{matrix} R \\ H \end{matrix}\rangle \overset{|}{C}{-}\overset{|}{O}$$

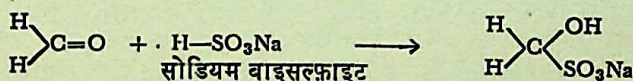
$$\begin{matrix} R \\ H \end{matrix}\rangle \overset{|}{C}{-}\overset{|}{O} + \underset{\text{(प्रतिकारक)}}{A{-}B} \longrightarrow \begin{matrix} R \\ H \end{matrix}\rangle \underset{A}{C}{-}\underset{B}{O}$$

फ़ॉर्मल्डिहाइडमें कार्बोनिल मूलककी योग प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं :

(क) हाइड्रोजनका योग (अवकरण). फ़ॉर्मल्डिहाइड नवजात हाइड्रोजन द्वारा अवकृत होकर मेथिल अल्कोहल बनाता है।

$$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\rangle C{=}O + 2H \longrightarrow H{-}\overset{H}{\underset{H}{C}}{-}OH$$

(ख) हाइड्रोजन सायनाइड (H–CN) का योग. फ़ॉर्मल्डिहाइड हाइड्रोजन सायनाइडके साथ संयुक्त होकर एक युक्त यौगिक बनाता है जिसे सायनोहाइड्रिन कहते हैं।

$$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\rangle C{=}O + H{-}CN \longrightarrow \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\rangle C \langle \begin{matrix} CN \\ OH \end{matrix}$$

फ़ॉर्मल्डिहाइड सायनोहाइड्रिन

(ग) सोडियम बाइसल्फ़ाइटका योग. फ़ॉर्मल्डिहाइड सोडियम बाइसल्फ़ाइट के साथ प्रतिक्रिया करके केलासीय 'फ़ॉर्मल्डिहाइड बाइसल्फ़ाइट' यौगिक बनाता है :

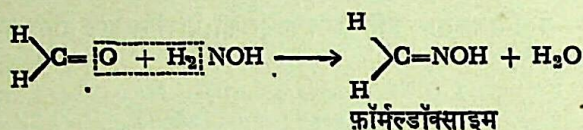
$$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\rangle C{=}O + \underset{\text{सोडियम बाइसल्फ़ाइट}}{H{-}SO_3Na} \longrightarrow \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\rangle C \langle \begin{matrix} OH \\ SO_3Na \end{matrix}$$

फ़ार्मल्डिहाइड सोडियम बाइसल्फ़ाइट

बाइसल्फ़ाइट यौगिक जब तनु अम्लों या क्षारोंके साथ गर्म किया जाता है तो विच्छेदित हो जाता है और फ़ॉर्मल्डिहाइड पुनः प्राप्त हो जाता है। यह प्रतिक्रिया अन्य अल्डिहाइडों और कीटोनोंके साथ भी होती है। इसलिए अल्डिहाइडोंका पृथक्करण या शोधन बाइसल्फ़ाइट यौगिक बनाकर किया जाता है।

3. संघनन (Condensation). जब दो या दोसे अधिक, समान या भिन्न अणु इस प्रकार संयुक्त होते हैं कि संयुक्त यौगिकको सरलतासे फिर मूल अणुओंमें न बदला जा सके तो ऐसी क्रियाको संघनन कहते हैं। संघननमें आमतौरसे पानी, अल्कोहल, हाइड्रोजन क्लोराइड या अमोनिया निकल जाते हैं, किन्तु ऐसा होना आवश्यक नहीं है। कुछ संघनन क्रियाओंमें पूरे अणु भी एक दूसरेसे जुड़ जाते हैं। फ़ॉर्मल्डिहाइडकी प्रमुख संघनन-क्रियाएं निम्नलिखित हैं :

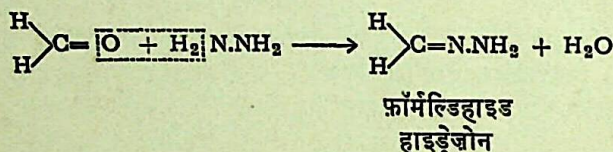
(क) हाइड्रॉक्सिलेमीन ($H_2.NOH$) के साथ फ़ॉर्मल्डॉक्साइम बनता है।

$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=\boxed{O + H_2}NOH \longrightarrow \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=NOH + H_2O$$

फ़ॉर्मल्डॉक्साइम

[>NOH मूलकको ऑक्साइम (oxime) मूलक कहते हैं।]

(ख) हाइड्रेजीन ($H_2N.NH_2$) के साथ. फ़ॉर्मल्डिहाइड-हाइड्रेज़ोन बनता है।

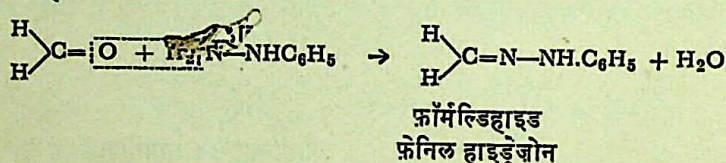
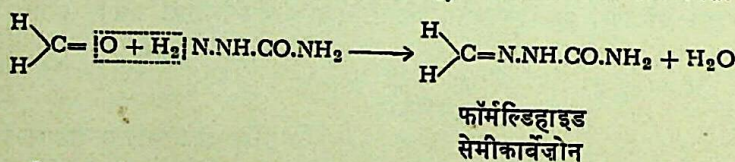
$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=\boxed{O + H_2}N.NH_2 \longrightarrow \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=N.NH_2 + H_2O$$

फ़ॉर्मल्डिहाइड
हाइड्रेज़ोन

(ग) फ़ेनिल हाइड्रेज़ीन ($H_2N—NHC_6H_5$). हाइड्रेज़ीन ($H_2N.NH_2$) के एक हाइड्रोजन परमाणुके स्थान पर एक फ़ेनिल मूलक (C_6H_5—) के आ जानेसे बने यौगिकको फ़ेनिल हाइड्रेज़ीन कहते हैं। इसके साथ फ़ॉर्मल्डिहाइड फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन बनाता है।

$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=\boxed{O + H_2}N—NHC_6H_5 \rightarrow \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=N—NH.C_6H_5 + H_2O$$

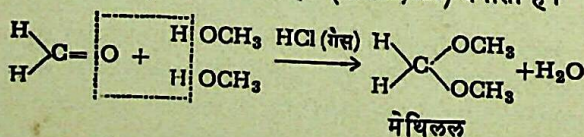
फ़ॉर्मल्डिहाइड
फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन

(घ) सेमीकार्बेज़ाइड ($H_2N.NH.CONH_2$) के साथ. सेमीकार्बेज़ोन बनता है,

$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=\boxed{O + H_2}N.NH.CO.NH_2 \longrightarrow \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=N.NH.CO.NH_2 + H_2O$$

फ़ॉर्मल्डिहाइड
सेमीकार्बेज़ोन

नोट. ऑक्साइम, हाइड्रेज़ोन, फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन और सेमीकार्बेज़ोन सुन्दर केलासीय यौगिक हैं। इनके द्रवणांक निकालकर विभिन्न अल्डिहाइडोंकी पहचान की जाती है।

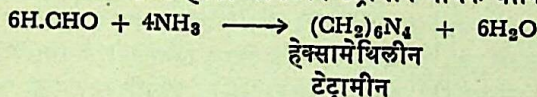
(ङ) अल्कोहलके साथ संघनन. फ़ॉर्मल्डिहाइड हाइड्रोजन क्लोराइड गैसकी उपस्थितिमें मेथिल अल्कोहलके साथ मेथिलल (methylal) बनाता है।

$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=\boxed{O + \begin{matrix}H\\H\end{matrix}}\begin{matrix}OCH_3\\OCH_3\end{matrix} \xrightarrow{HCl\ (\text{गैस})} \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}OCH_3\\OCH_3\end{matrix} + H_2O$$

मेथिलल

मेथिलल एक सुगन्धित द्रव है। नींद लानेवाली दवाओंमें इसका उपयोग होता है। अन्य अल्कोहलोंके साथ भी इसी प्रकार क्रिया होती है।

(च) अमोनियाके साथ संघनन. शुष्क अमोनियासे क्रिया करके फ़ॉर्मल्डिहाइड अन्य अल्डिहाइडोंके समान (देखो—एसिटल्डिहाइडकी प्रतिक्रियाएं) युक्त यौगिक नहीं बनाता बल्कि संघनन द्वारा हेक्सा मेथिलीन टेट्रामीन नामक यौगिक बनाता है।

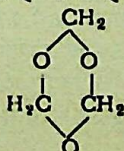
$$6H.CHO + 4NH_3 \longrightarrow (CH_2)_6N_4 + 6H_2O$$

हेक्सामेथिलीन
टेट्रामीन

यह यौगिक मूत्र-रोगों, गठिया (gout) और वाई (rheumatism) आदि रोगोंमें औषधिके लिए हेक्सामीन या यूरोट्रोपीनके नामसे बिकता है।

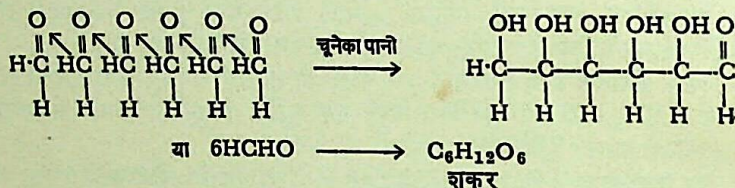
(छ) फ़ेनॉलके साथ संघनन. तनु अम्लों या क्षारोंकी उपस्थितिमें फ़ॉर्मल्डिहाइड फ़ेनॉल ($C_6H_5.OH$) से प्रतिक्रिया करके एक कठोर रेजिनीय पदार्थ 'बेकेलाइट' (bakelite) बनाता है जो बहुत उपयोगी प्लास्टिक है।

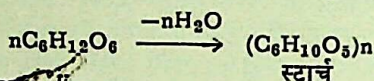
4. बहुलीकरण (Polymerisation). जब किसी यौगिकके अनेक अणु आपसमें जुड़ कर एक नयी संरचनाका यौगिक बनाते हैं तो इस क्रियाको बहुलीकरण कहते हैं और नये यौगिकको पहलेवाले यौगिकका बहुलक कहा जाता है। अधिकतर बहुलीकरण प्रतिक्रियाएं उत्क्रमणीय होती हैं अर्थात् बहुलकोंको आसानीसे फिर सरल यौगिकमें परिवर्तित किया जा सकता है। चूंकि बहुलीकरणमें पूरे अणु आपसमें संयोग करते हैं और किसी अन्य पदार्थ (जैसे पानी आदि) का अणु मुक्त नहीं होता, इसलिए बहुलकका अणु-भार सरल यौगिकके अणु-भारका पूर्णांक गुणक होता है और इनके आनुषांगिक-सूत्र (empirical formulas) एक ही होते हैं। बहुलक हमेशा सरल यौगिकसे सीधे प्राप्त किया जा सकता है। फ़ॉर्मल्डिहाइड (CH_2O) और एसिटिक अम्ल ($C_2H_4O_2$) के आनुषांगिक सूत्र एक ही हैं और एसिटिक अम्लका अणु-भार फ़ॉर्मल्डिहाइडके अणु-भारका दुगना है लेकिन फ़ॉर्मल्डिहाइडसे एसिटिक अम्ल सीधे नहीं प्राप्त किया जा सकता अर्थात् किन्हीं भी दशाओंमें फ़ॉर्मल्डिहाइडके दो अणु जुड़ कर एसिटिक अम्ल नहीं बनाते; इसलिए एसिटिक अम्लको फ़ॉर्मल्डिहाइडका बहुलक नहीं कह सकते। फ़ॉर्मल्डिहाइडकी बहुलीकरण प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं :

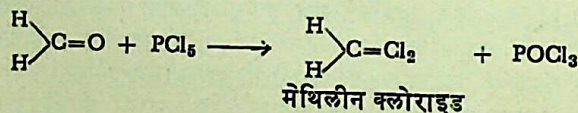
(क) जब फ़ॉर्मल्डिहाइडका जलीय घोल जल-ऊष्मक पर वाष्पित किया जाता है तो एक सफ़ेद ठोस बनता है जिसे पैराफ़ॉर्मल्डिहाइड कहते हैं। यह फ़ार्मल्डिहाइडके कई बहुलकोंका मिश्रण है जिनके अणु-भार ज्ञात नहीं हो सके हैं, इसलिए इन्हें $(CH_2O)_n$ द्वारा ही प्रदर्शित किया जाता है। गर्म करने पर यह पदार्थ फिर फ़ॉर्मल्डिहाइडमें परिवर्तित हो जाता है। यह 'पैराफ़ॉर्म' के नामसे बेचा जाता है।

(ख) जब फ़ॉर्मल्डिहाइड गैसको ठण्डा करते हैं तो यह बहुलीकृत होकर ठोस मेटा-फ़ॉर्मल्डिहाइड बनाता है। इस पदार्थका अणु-सूत्र $(CH_2O)_3$ है और यह भी गर्म करने पर पुनः फ़ॉर्मल्डिहाइडमें परिवर्तित हो जाता है। इसका रचना-सूत्र निम्नलिखित है :

मन्द क्षारीय घोलोंकी उपस्थितिमें संघनन. किसी क्षारके हल्के जलीय घोलकी उपस्थितिमें, उदाहरणार्थ चूनेके पानीकी उपस्थितिमें, फ़ॉर्मल्डिहाइडके छै अणु जुड़कर $C_6H_{12}O_6$ अणु-सूत्रकी शकरोंका मिश्रण बनाते हैं। इसे फ़ॉर्मोज़ (formose) कहते हैं।* यह क्रिया (क), (ख) वाले बहुलीकरणोंसे भिन्न है क्योंकि उन दशाओंमें बहुलक सरलता से फ़ॉर्मल्डिहाइडमें पुनः परिणत हो जाते हैं किन्तु फ़ॉर्मोज़को सरलतासे फ़ॉर्मल्डिहाइड में नहीं बदला जा सकता। इसलिए इसको संघनन प्रतिक्रिया मानना चाहिए।

$$\underset{\text{H}}{\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{H·C}}}}\ \underset{\text{H}}{\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{HC}}}}\ \underset{\text{H}}{\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{HC}}}}\ \underset{\text{H}}{\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{HC}}}}\ \underset{\text{H}}{\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{HC}}}}\ \underset{\text{H}}{\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{HC}}}} \xrightarrow{\text{चूनेका पानी}} \underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{H·C}}}-\underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\underset{\text{H}}{\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{C}}}}$$

$$\text{या } 6HCHO \longrightarrow \underset{\text{शकर}}{C_6H_{12}O_6}$$

शकरके ये अणु परस्पर संयुक्त होकर स्टार्च बनाते हैं और पानी निकालते हैं।

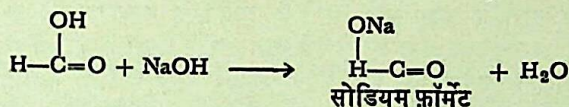
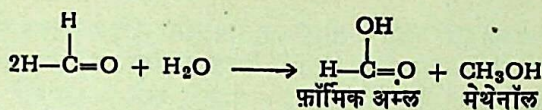
$$nC_6H_{12}O_6 \xrightarrow{-nH_2O} \underset{\text{स्टार्च}}{(C_6H_{10}O_5)n}$$

5. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रिया. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रियासे फ़ॉर्मल्डिहाइडका ऑक्सीजन परमाणु दो क्लोरीन परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है और मेथिलीन क्लोराइड बनता है। अन्य अल्डिहाइड भी इसी प्रकार व्यवहार करते हैं।

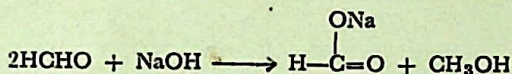
$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C{=}O + PCl_5 \longrightarrow \underset{\text{मेथिलीन क्लोराइड}}{\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C{=}Cl_2} + POCl_3$$

6. कास्टिक क्षारोंके साथ प्रतिक्रिया. कास्टिक सोडा या कास्टिक पोटाशके सान्द्र घोलके साथ गर्म करनेसे फ़ॉर्मल्डिहाइड सोडियम या पोटैसियम फ़ॉर्मेट और मेथेनॉल बनाता है। इस प्रतिक्रियामें फ़ॉर्मल्डिहाइडका एक अणु दूसरे अणुसे ऑक्सीकृत होकर फ़ॉर्मिक अम्ल बनाता है (जो सोडियम फ़ॉर्मेट बना देता है) और दूसरा अणु स्वयं अवकृत होकर मेथेनॉल बना देता है।

---

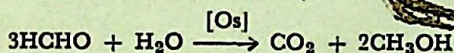
* पहले वैज्ञानिकोंका अनुमान था कि पौधोंमें शकरें, स्टार्च और सेलुलोज़ आदि फ़ॉर्मल्डिहाइडके बहुलीकरणसे बनी हुई शर्कराओंके दुबारा बहुलीकरणसे बनते हैं। यह माना जाता था कि पौधे प्रकाश और क्लोरोफ़िलकी उपस्थितिमें कार्बन डाइ-ऑक्साइड तथा पानीसे फ़ॉर्मल्डिहाइड बनाते हैं जो कई पदोंमें बहुलीकृत होकर स्टार्च आदि बनाता है। यह पूरी प्रक्रिया प्रकाश संश्लेषण (photosynthesis) कहलाती है। अब यह सिद्ध कर दिया गया है कि प्रकाश संश्लेषणमें फ़ॉर्मल्डिहाइड नहीं बनता और कार्बोहाइड्रेट (शकरें, स्टार्च, सेलुलोज़) दूसरी जटिल प्रतिक्रियाओं द्वारा बनते हैं जिनमें अनेक विकर भाग लेते हैं।

$$2H-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O + H_2O \longrightarrow \underset{\text{फ़ॉर्मिक अम्ल}}{H-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}=O} + \underset{\text{मेथेनॉल}}{CH_3OH}$$

$$H-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}=O + NaOH \longrightarrow \underset{\text{सोडियम फ़ॉर्मेट}}{H-\overset{\displaystyle ONa}{\overset{|}{C}}=O} + H_2O$$

अतः पूरी प्रतिक्रिया निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है :

$$2HCHO + NaOH \longrightarrow H-\overset{\displaystyle ONa}{\overset{|}{C}}=O + CH_3OH$$

यह **कैनिज़रोकी प्रतिक्रिया (Canizzaro's reaction)** कहलाती है। यह उन अल्डिहाइडोंकी विशेषता है जिनमें a (अल्फ़ा) हाइड्रोजन परमाणु अर्थात्—CHO मूलकसे जुड़े हुए कार्बन परमाणुसे युक्त हाइड्रोजन परमाणु नहीं होते—जैसे HCHO और बेंज़ीनिक अल्डिहाइड, आदि।

7. ऑस्मियम (उत्प्रेरक) की उपस्थितिमें फ़ॉर्मल्डिहाइड विच्छेदित होकर मेथेनॉल और कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है।

$$3HCHO + H_2O \xrightarrow{[Os]} CO_2 + 2CH_3OH$$

उपयोग.

1. फ़ॉर्मल्डिहाइडका बहुत तनु घोल कृमिनाशक (antiseptic) और कीटाणु नाशक (disinfectant) के रूपमें काम आता है।

2. फ़ॉर्मल्डिहाइडका 40% घोल (फ़ॉर्मलीन) प्राणियोंके मृत शरीरों और कंकालों (biological and anatomical specimens) के सुरक्षणके काम आता है।

3. फ़ॉर्मल्डिहाइडसे यूरोट्रोपीन बनाया जाता है जो एक महत्त्वपूर्ण औषधि है और विस्फोटकोंके निर्माणमें भी उपयोग किया जाता है।

4. इससे अनेक कृत्रिम रंग बनाये जाते हैं।

5. इसका चमड़ेके उद्योग (leather industry) में टैनिनके स्थान पर उपयोग किया जाता है।

6. यह जिलेटिन और सरेस (glue) को कड़ा कर देता है, इसलिए गर्मियोंमें फ़ोटोग्राफ़िक प्लेटों पर लगी हुई जिलेटिनको पिघलनेसे बचानेके लिए प्लेटको फ़ॉर्मल्डिहाइडके घोलमें डुबाया जाता है।

7. इसका सबसे महत्त्वपूर्ण आधुनिक उपयोग कई प्रकारकी प्लास्टिकोंके बनाने में किया जाता है।

प्लास्टिक*

प्लास्टिक ऐसे पदार्थ हैं जो ऊष्मा और दबावसे पिघलाकर इच्छानुसार विभिन्न

---

* अधिक विस्तारके लिए—दैनिक जीवनमें विज्ञान, लेखक हरिभगवान—पढ़ें।

रूपोंमें ढाले जा सकते हैं। प्रकृतिमें जो रेज़िन पाये जाते है वे प्राकृतिक प्लास्टिक हैं, जैसे लाख, कोलोफ़ोनी, रवर आदि। गीली मिट्टीसे वस्तुएं बनाकर उन्हें पकाकर ढाला जा सकता है। पर वह टूट जाती हैं। धातुकी वस्तुएं आसानीसे नहीं टूटतीं किन्तु उनके ढालनेमें बड़ा खर्च आता है क्योंकि वे साधारणतया ऊंचे ताप पर पिघलती हैं। रसायनज्ञों द्वारा वनाये गये प्लास्टिकोंमें गीली मिट्टी जैसी लचक भी है और धातुओंके न टूटनेका गुण भी कुछ न कुछ है। इसके अलावा ये काफ़ी हल्के और सुन्दर होते हैं। इनको पारदर्शक या रंगबिरंगे रूपमें निर्मित किया जा सकता है। गुणोंके इस अनोखे मेलके कारण ये वहुत लोकप्रिय हो गये हैं। हमारे इस्तेमालमें आने वाली अनेक वस्तुएं जैसे बटन, चश्मेके फ़्रेम, फ़ाऊण्टेनपेन, टूथ ब्रशका हैण्डिल, बिजली के स्विच, रेडियोके वक्से, वर्तन, टेलीफ़ोन और कपड़े प्लास्टिकके विभिन्न रूप हैं। अमेरिकामें तो इससे रेलगाड़ीके डिब्वेका ढांचा तक वनाया गया है। अर्ध-संश्लेषित प्लास्टिक जटिल रासायनिक पदार्थोंसे वनाये जाते हैं।

1. प्रोटीनोंसे. दूध फाड़नेसे केसीन (एक प्रकारका प्रोटीन) बच रहता है। सोयाबीनसे भी प्रोटीन निकाला जाता है। यह प्रोटीन फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी क्रियासे सख्त हो जाता है और इस प्रकार प्लास्टिकका काम करता है।

2. सेलुलोज़ पदार्थोंसे. बेकार रूईके रेशे पर नाइट्रिक अम्लकी अपूर्ण क्रियासे पाइरॉक्सिलीन नामक पदार्थ बनता है। पाइरॉक्सिलीनको कपूर और अल्कोहलके साथ गर्म करनेसे जो प्लास्टिक वनता है उसे सेलुलॉएड कहते हैं। सबसे पहले यही प्लास्टिक वनाया गया था। इसमें यह अवगुण है कि इसका पिघलनेका ताप कम है। यहां तक कि यह उबलते पानीसे ही मुलायम पड़ जाता है।

जब अमोनियाकी उपस्थितिमें विभिन्न प्रकारके फ़ेनॉलोंकी फ़ॉर्मेल्डिहाइडसे क्रिया करायी जाती है तो दोनोंके अणुओंमें संघनन हो जाता है। इस प्रकार फ़ेनॉल प्लास्टिक तैयार होते हैं जिन्हें वेकेलाइट कहते हैं।

पूर्ण संश्लेषित प्लास्टिक सरल रसायनों और उनके व्युत्पन्नोंके वहुलीकरण या संघननसे वनाये जाते हैं। संश्लेषित प्लास्टिक दो प्रकारके होते हैं:

(क) गर्म जमाववाले. ये गर्म करने पर पिघल जाते हैं और उसके बाद और गर्म करने पर जम जाते हैं। एक वार जमनेके वाद इनको गर्म करके पिघलाया नहीं जा सकता।

(ख) शीत जमाववाले. ये दवाव पर गर्म करनेसे पिघल जाते हैं और ठण्डे होकर जम जाते हैं। इनको गर्म करके फिर पिघलाया जा सकता है।

वाइनिल समूहवाले प्लास्टिक ऐसे पदार्थोंके वहुलीकरण द्वारा बनाये जाते हैं जिनको आसानीसे एसिटिलीनसे वनाया जा सकता है। पर्सपेक्स (perspex) एक ऐसा वाइनिल प्लास्टिक है जो शीशेके स्थान पर काम आता है।

यूरिया और फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी प्रतिक्रियासे जो प्लास्टिक बनते हैं, उन्हें एमीनो प्लास्टिक कहा जाता है।

एडिपिक अम्ल [$HOOC.(CH_2)_4.COOH$] और हेक्सामेथलीन डायेमीन $H_2N(CH_2)_6NH_2$ को गर्म करने पर बहुसंघनन होता है। इसमें अल्कोहल मिलाने पर जो प्लास्टिक बनता है उसे नॉयलॉन (Nylon) कहते हैं।

आजकल वहुत-से और भी प्लास्टिक वनने लगे हैं जिनका वहुत उपयोग हो रहा है। इस उद्योगका महत्त्व दिन प्रतिदिन वढ़ता जा रहा है।

परीक्षण.

शिफ़ परीक्षण (Schiff's test). रोज़ेनिलीन (Rosaniline) नामक पदार्थ का जलीय घोल गुलाबी लाल रंगका होता है। इसमें सल्फ़र डाइऑक्साइड प्रवाहित करनेसे इसका रंग उड़ जाता है और इस रंगहीन घोलको **शिफ़ प्रतिकारक (Schiff's reagent)** कहते हैं। इसमें फ़ॉर्मेल्डिहाइड या किसी अन्य अल्डिहाइडको मिलानेसे इसका रंग फिर गुलावी-लाल हो जाता है। अव यदि इसमें किसी अम्ल (जैसे सल्फ़्यूरिक अम्ल) की कुछ वूंदें मिलायी जायँ तो केवल फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी दशामें रंग उसी प्रकार वना रहता है और अन्य सव अल्डिहाइडोंकी दशामें अम्लके मिलाते ही पुन: रंग समाप्त हो जाता है।

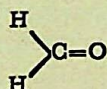
अत: यह परीक्षण अन्य अल्डिहाइडोंसे फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी पहचान करनेके लिए भी इस्तेमाल किया जा सकता है।

दुग्ध परीक्षण (Milk test). एक परखनलीमें कुछ दूध लेकर उसमें एक वूंद फ़ेरिक क्लोराइड मिलाओ। इस मिश्रणमें सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी चार पांच वूंदें मिलानेसे घोल गहरे वैंजनी रंगका हो जायगा। यह फ़ॉर्मेल्डिहाइडके लिए वहुत सुग्राही (sensitive) परीक्षण है। इससे दो लाख भाग दूधमें एक भाग फ़ॉर्मेल्डिहाइड मिली हो तो उसका भी पता चल सकता है।

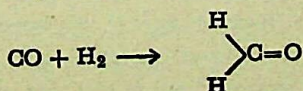
रचना.

1. अणु-भार ज्ञात करनेकी विधियोंसे फ़ॉर्मेल्डिहाइडका अणु-सूत्र CH_2O निकलता है।

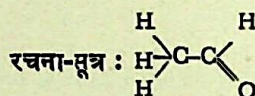
2. कार्वनकी संयोजकता चार, ऑक्सीजनकी दो और हाइड्रोजनकी एक मान कर फ़ॉर्मेल्डिहाइडका रचना-सूत्र केवल निम्नलिखित ढंगसे लिखा जा सकता है :

$$\begin{matrix} H \\ & \rangle C{=}O \\ H \end{matrix}$$

3. फ़ॉर्मेल्डिहाइडके सव गुणोंको इस सूत्रके आधार पर समझाया जा सकता है।

4. कार्वन मोनॉक्साइडके अवकरणसे फ़ार्मेल्डिहाइडका वनना उपर्युक्त सूत्रकी पुष्टि करता है।

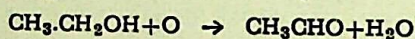
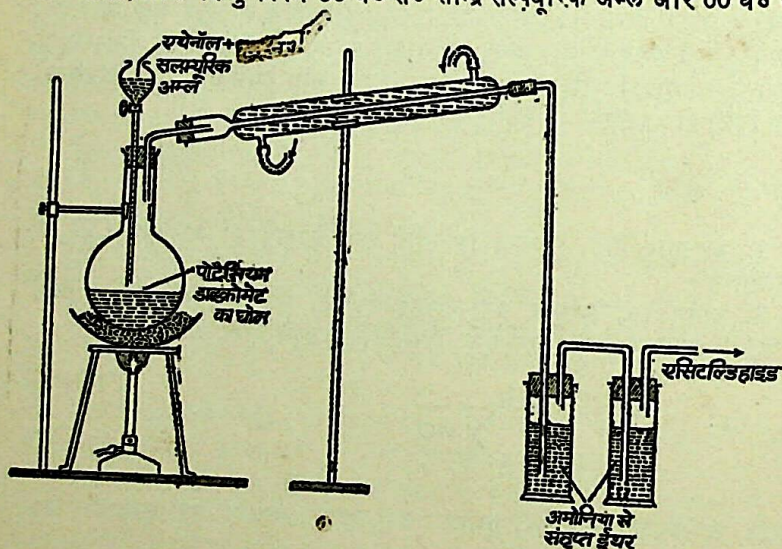
$$CO + H_2 \longrightarrow \begin{matrix} H \\ & \rangle C{=}O \\ H \end{matrix}$$

एसिटल्डिहाइड (Acetaldehyde)

(एथेनल)

युक्ति-सूत्र : $CH_3.CHO$ रचना-सूत्र : $H_3C-C(H)=O$

बनानेकी विधियां.

1. **ऑक्सीकरण द्वारा.** (क) एसिटल्डिहाइड बनानेकी विधियां फ़ॉर्मल्डिहाइड की ही तरह की हैं।

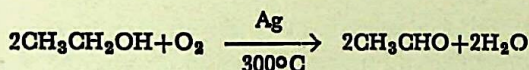
प्रयोगशाला विधि. प्रयोगशालामें एसिटल्डिहाइड, क्रोमिक अम्ल द्वारा अल्कोहलको ऑक्सीकृत करके बनाया जाता है। क्रोमिक अम्लके लिए पोटैसियम डाइक्रोमेट और तनु सल्फ़्यूरिक अम्लका मिश्रण लेते हैं।

$$CH_3.CH_2OH+O \rightarrow CH_3CHO+H_2O$$

एक फ़्लास्कमें पोटैसियम डाइक्रोमेटका घोल (75 ग्राम डाइक्रोमेट + 100 घ० से० पानी) लो। बिन्दु-कीपमें 30 घ० से० सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल और 60 घ० से०

चित्र 28. एसिटल्डिहाइड बनानेकी प्रयोगशाला विधि।

एथेनॉलका मिश्रण लो। फ़्लास्कको रेणु-ऊष्मक पर रख कर धीरे-धीरे गर्म कर बूंद-बूंद करके सल्फ़्यूरिक अम्ल और एथेनॉलका मिश्रण टपकाओ। प्रतिक्रियासे ऊष्मा उत्पन्न होती है, इसलिए बर्नर हटा लो। एसिटल्डिहाइड की वाष्पके साथ एथेनॉल और पानीकी वाष्प भी संघनित्रमें पहुँचती है किन्तु संघनित्रमें से 35°C तक गर्म किया

हुआ पानी प्रवाहित होता रहता है इसलिए पानी और एथेनॉलकी वाष्प संघनित होकर फिर फ़्लास्कमें लौट आती है। एसिटल्डिहाइड वाष्प संघनित नहीं होती क्योंकि उसका क्वथनांक 21°C है। एसिटल्डिहाइड वाष्पको अमोनिया गैससे सन्तृप्त शुष्क ईथरमें प्रवाहित किया जाता है जिससे 'एसिटल्डिहाइड अमोनिया' बन जाता है—यह ईथरमें अघुलनशील है, इसलिए सफ़ेद रवोंके रूपमें अलग हो जाता है। 'एसिटल्डिहाइड अमोनिया' के रवे छानकर अलग कर लो और इनको तनु सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ आसवित करो। 21°C पर शुद्ध एसिटल्डिहाइड प्राप्त होगा जिसको बर्फ़में रखे हुए संग्राहक में इकट्ठा कर लो।

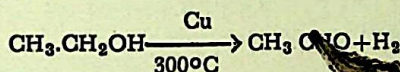
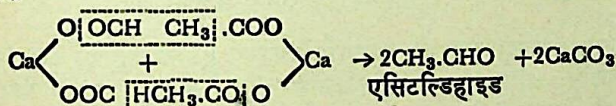
(ख) एथेनॉल वाष्प और हवाके मिश्रणको 300°C तक गर्म सिल्वर पर प्रवाहित करके :

$$2CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[300^\circ C]{Ag} 2CH_3CHO + 2H_2O$$

2. विहाइड्रोजनीकरण द्वारा.

(क) एथेनॉल (एथिल अल्कोहल) वाष्पको 300°C तक गर्म की हुई कॉपरकी छीलन पर प्रवाहित करनेसे:

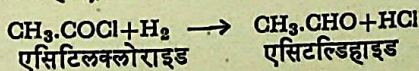
$$CH_3.CH_2OH \xrightarrow[300^\circ C]{Cu} CH_3CHO + H_2$$

3. कैल्सियम एसिटेट और कैल्सियम फ़ॉर्मेटके मिश्रणका शुष्क आसवन करनेसे—

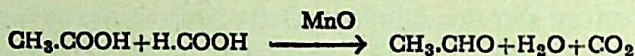
$$Ca\left\langle \begin{matrix} O\,\fbox{OCH \quad CH_3}\,.COO \\ + \\ OOC\,\fbox{HCH_3.CO}\,O \end{matrix} \right\rangle Ca \rightarrow \underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{2CH_3.CHO} + 2CaCO_3$$

कैल्सियम फ़ॉर्मेट कैल्सियम एसिटेट

$(CH_3COO)_2Ca$ के स्थान पर प्रोपिओनिक, ब्यूटिरिक आदि अम्लोंके Ca—लवण लेकर एसिटल्डिहाइडके ऊंचे सधर्मी बनाये जा सकते हैं।

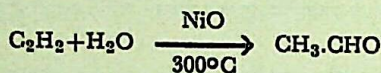
4. एसिटिल क्लोराइडके अवकरणसे. एसिटिल क्लोराइडको (पैलेडियम) उत्प्रेरककी उपस्थितिमें हाइड्रोजन द्वारा अवकृत करनेसे एसिटल्डिहाइड बनता है।

$$\underset{\text{एसिटिलक्लोराइड}}{CH_3.COCl} + H_2 \longrightarrow \underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{CH_3.CHO} + HCl$$

एसिटल्डिहाइड सरलतासे अवकृत होकर एथेनॉल बना देता है। एथेनॉलका बनना रोकनेके लिए बेरियम सल्फ़ेट पर अवक्षेपित पैलेडियम उत्प्रेरकके रूपमें इस्तेमाल किया जाता है। बेरियम सल्फ़ेट एसिटल्डिहाइडके अवकरणको रोकता है। इसे रोज़ेनमुण्ड की प्रतिक्रिया कहते हैं।

5. एसिटिक अम्ल और फ़ॉर्मिक अम्लकी वाष्पोंके मिश्रणको 300°C तक गर्म किये हुए मैंगनस ऑक्साइड (MnO)[उत्प्रेरक] पर प्रवाहित करके :

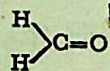
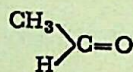
$$CH_3.COOH + H.COOH \xrightarrow{MnO} CH_3.CHO + H_2O + CO_2$$

एसिटिक अम्लके स्थान पर अन्य मोनोकार्बाक्सिलिक अम्ल लेनेसे एसिटल्डिहाइडके सधर्मी प्राप्त होते हैं।

6. एसिटिलीन और भापके मिश्रणको गर्म निकिल ऑक्साइड पर प्रवाहित कर के एसिटल्डिहाइडको व्यापारिक पैमाने पर बनाते हैं।

$$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[300°C]{NiO} CH_3.CHO$$

गुण.

एसिटल्डिहाइडका क्वथनांक 21°C और आपेक्षिक घनत्व 0·78 है। अशुद्धियों के कारण प्रयोगशालामें यह साधारण ताप पर भी द्रव रहता है। शुद्ध एसिटल्डिहाइड में तेज़ गन्ध होती है लेकिन इसके तनु जलीय घोलमें सेबकी सी सुगन्ध होती है। यह पानी, अल्कोहल और ईथरमें पूरी तरह मिलनशील है।

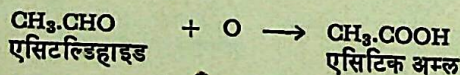
एसिटल्डिहाइड अपनी सधर्ममालाका प्रतिनिधि सदस्य है। कुछ ही प्रतिक्रियाओं में यह फ़ॉर्मेल्डिहाइडसे भिन्न है। वह इसलिए कि इसमें एक मेथिल मूलक उपस्थित है जिसके स्थान पर फ़ॉर्मेल्डिहाइडमें हाइड्रोजन होता है।

$$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>C=O \qquad\qquad \begin{matrix} CH_3 \\ H \end{matrix}\!\!>C=O$$

फ़ॉर्मेल्डिहाइड   एसिटल्डिहाइड

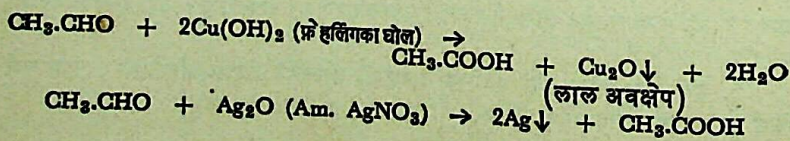
मेथिल (या किसी एल्किल) मूलककी उपस्थितिके कारण एसिटल्डिहाइड (या इसका कोई ऊंचा सधर्मी) प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाओंमें भाग लेता है। इसके विपरीत फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी कुछ प्रतिक्रियाएं जो—CHO से जुड़े हाइड्रोजनके कारण हैं, एसिटल्डिहाइड और उसके ऊंचे सधर्मी नहीं देते।

एसिटल्डिहाइडकी प्रमुख प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं:

1. **ऑक्सीकरण.** फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी तरह एसिटल्डिहाइड भी सरलतासे ऑक्सीकृत होकर अम्ल बनाता है। इसलिए यह एक तीव्र अवकारक (reducing agent) है।

$$\underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{CH_3.CHO} + O \longrightarrow \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3.COOH}$$

यह फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी तरह फ़ेहलिंगके घोल और अमोनियाकल सिल्वर नाइट्रेटके घोलको अवकृत कर देता है।

$$CH_3.CHO + 2Cu(OH)_2 \text{ (फ़ेहलिंगका घोल)} \rightarrow CH_3.COOH + \underset{\text{(लाल अवक्षेप)}}{Cu_2O\downarrow} + 2H_2O$$

$$CH_3.CHO + Ag_2O \text{ (Am. } AgNO_3) \rightarrow 2Ag\downarrow + CH_3.COOH$$

2. कार्बोनिल मूलककी योग प्रतिकियाएं. फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी भांति एसिटल्डिहाइड भी हाइड्रोजन, हाइड्रोजन सायनाइड और सोडियम बाइ-सल्फ़ाइटके साथ युक्त यौगिक बनाता है। यह अमोनियाके साथ भी योग प्रतिक्रिया करता है (फ़ॉर्मेल्डिहाइडसे भिन्नता)।

(क) **हाइड्रोजनका योग (अवकरण).** यह हाइड्रोजन द्वारा अवकृत होकर एथेनॉल (एथिल अल्कोहल) बनाता है।

$$CH_3.\overset{H}{\overset{|}{C}}{=}O \quad + \quad H_2 \quad \longrightarrow \quad CH_3.\overset{H}{\overset{|}{\underset{H}{\underset{|}{C}}}}{-}OH$$

एथिल अल्कोहल

(ख) **HCN का योग.**

$$CH_3{-}\overset{H}{\overset{|}{C}}{=}O \quad + \quad \underset{\text{हाइड्रोजन सायनाइड}}{H{-}CN} \quad \longrightarrow \quad CH_3{-}\overset{H}{\overset{|}{\underset{CN}{\underset{|}{C}}}}{-}OH$$

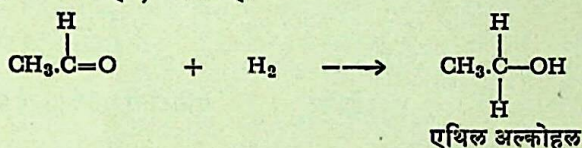
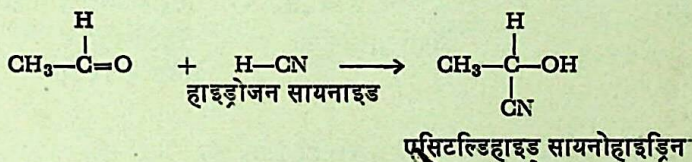
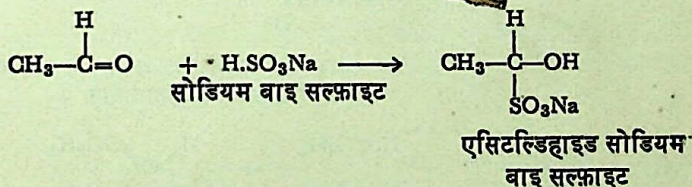
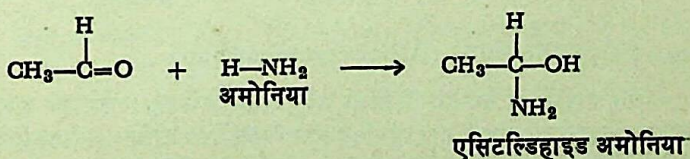
एसिटल्डिहाइड सायनोहाइड्रिन

(ग) **सोडियम बाइसल्फ़ाइटका योग.**

$$CH_3{-}\overset{H}{\overset{|}{C}}{=}O \quad + \quad \underset{\text{सोडियम बाइ सल्फ़ाइट}}{H.SO_3Na} \quad \longrightarrow \quad CH_3{-}\overset{H}{\overset{|}{\underset{SO_3Na}{\underset{|}{C}}}}{-}OH$$

एसिटल्डिहाइड सोडियम बाइ सल्फ़ाइट

(घ) **अमोनियाका योग.**

$$CH_3{-}\overset{H}{\overset{|}{C}}{=}O \quad + \quad \underset{\text{अमोनिया}}{H{-}NH_2} \quad \longrightarrow \quad CH_3{-}\overset{H}{\overset{|}{\underset{NH_2}{\underset{|}{C}}}}{-}OH$$

एसिटल्डिहाइड अमोनिया

फ़ॉर्मेल्डिहाइड अमोनियाके साथ संघनन (condensation) द्वारा हेक्सामेथिलीन टेट्रामीन $(CH_2)_6N_4$ बनाता है लेकिन एसिटल्डिहाइड और अन्य सब अल्डिहाइड युक्त-यौगिक बनाते हैं। इन यौगिकोंको 'अल्डिहाइड अमोनिया' कहते हैं और इनका उपयोग अल्डिहाइडोंको पृथक करने व शुद्ध करनेमें किया जाता है।

3. संघनन प्रतिक्रियाएं (Condensation reactions). फ़ॉर्मेल्डिहाइड की तरह एसिटल्डिहाइड भी हाइड्रॉक्सिलेमीन, हाइड्रेज़ीन, फ़ेनिल हाइड्रेज़ीन, सेमीकार्बेज़ाइड और एथिल अल्कोहल (एथेनॉल) के साथ संघनन प्रतिक्रिया करता है। इन प्रतिक्रियाओंमें एसिटल्डिहाइडमें उपस्थित कार्बोनिल मूलक ($>C{=}O$)

का ऑक्सीजन परमाणु भाग लेता है और हाइड्रोजनके साथ संयुक्त होकर पानीके अणुके रूपमें निकल जाता है।

(क) $CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=[O + H_2]NOH \longrightarrow CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=NOH + H_2O$

हाइड्रॉक्सिलेमीन → एसिटल्डॉक्साइम

(ख) $CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=[O + H_2]N.NH_2 \rightarrow CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=N.NH_2 + H_2O$

हाइड्रेज़ीन → एसिटल्डिहाइड हाइड्रेज़ोन

(ग) $CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=[O + H_2]N.NHC_6H_5 \rightarrow CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=N.NHC_6H_5 + H_2O$

फ़ेनिल हाइड्रेज़ीन → एसिटल्डिहाइड फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन

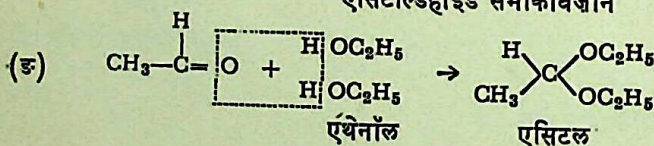
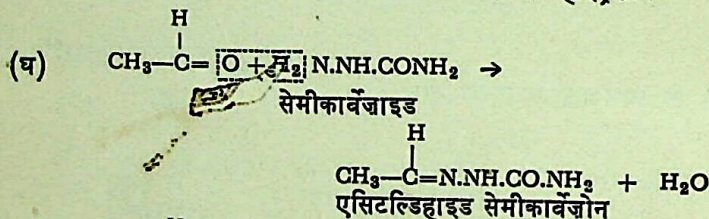
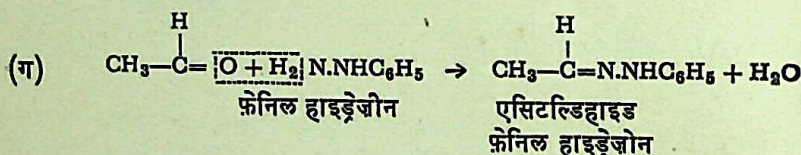
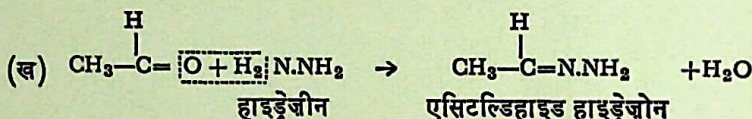
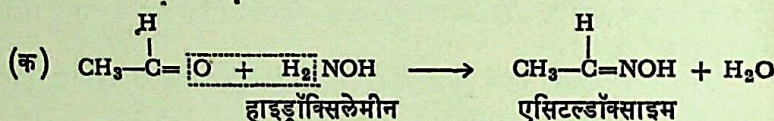
(घ) $CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=[O + H_2]N.NH.CONH_2 \rightarrow$

सेमीकार्बेज़ाइड

$CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=N.NH.CO.NH_2 + H_2O$

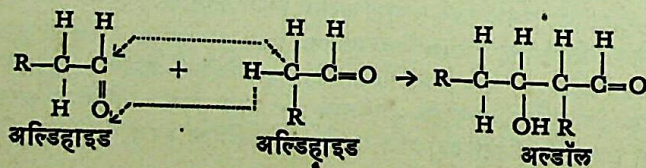
एसिटल्डिहाइड सेमीकार्बेज़ोन

(ङ) $CH_3—\overset{H}{\overset{|}{C}}=[O + \begin{matrix}H\\H\end{matrix}]\begin{matrix}OC_2H_5\\OC_2H_5\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}H\\CH_3\end{matrix}>C<\begin{matrix}OC_2H_5\\OC_2H_5\end{matrix}$

एथेनॉल → एसिटल

(च) **अल्डॉल संघनन (Aldol condensation).**

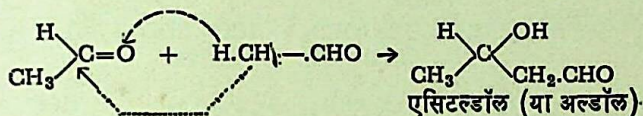
तनु क्षारीय या अम्लीय घोलोंकी उपस्थितिमें अल्डिहाइडका एक अणु उसी या अन्य अल्डिहाइडके अणुके साथ संघनित होकर एक ऐसा यौगिक बनाता है जो अल्डिहाइड और अल्कोहल दोनों ही होता है अर्थात् उसमें—CHO और—OH दोनों ही मूलक होते हैं—इसलिए इस यौगिकको Aldehyde व alcohol के रेखांकित अंशों को मिलाकर Aldol (अल्डॉल) कहते हैं और यह प्रतिक्रिया अल्डॉल संघनन कहलाती है, जैसे

$R—\overset{H}{\underset{H}{C}}—\overset{H}{\underset{O}{\overset{|}{C}}} + H—\overset{H}{\underset{R}{C}}—\overset{H}{C}=O \rightarrow R—\overset{H}{\underset{H}{C}}—\overset{H}{\underset{OH}{C}}—\overset{H}{\underset{R}{C}}—\overset{H}{C}=O$

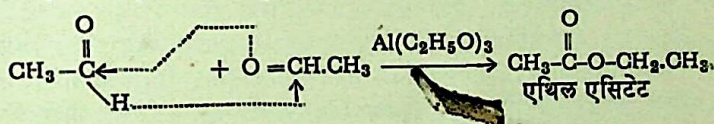
अल्डिहाइड + अल्डिहाइड → अल्डॉल

इसमें पानी या किसी अन्य यौगिकका अणु नहीं निकलता। लेकिन अल्डॉल सरलतासे पुनः अल्डिहाइडमें परिवर्तित नहीं किया जा सकता, इसलिए इस प्रतिक्रिया को बहुलीकरण (polymerisation) न मानकर संघनन ही माना जाता है। अल्डॉल संघननमें हमेशा α—हाइड्रोजन* परमाणु भाग लेते हैं। फ़ॉर्मेल्डिहाइडसे फ़ॉर्मोज़का बनना भी अल्डॉल संघननका ही एक उदाहरण है।

किसी क्षारके तनु घोलके साथ गर्म करने पर एसिटल्डिहाइडके दो अणु परस्पर संयोग करके एसिटल्डॉल बनाते हैं जिसे साधारणतया केवल 'अल्डॉल' कहते हैं।

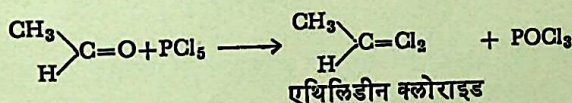
$$\begin{matrix} H \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C=O + H.CH_2—.CHO \rightarrow \begin{matrix} H \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} OH \\ CH_2.CHO \end{matrix}$$

एसिटल्डॉल (या अल्डॉल)

4. **एथिल एसिटेटका बनना.** अल्युमीनियम एथॉक्साइड (उत्प्रेरक) की उपस्थितिमें एसिटल्डिहाइडके दो अणु परस्पर संयोग करके एथिल एसिटेट बनाते हैं।

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + O=CH.CH_3 \xrightarrow{Al(C_2H_5O)_3} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2.CH_3$$

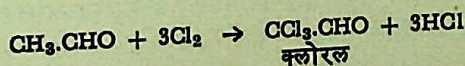
एथिल एसिटेट

5. **फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रिया.** फ़ॉर्मेल्डिहाइडकी भांति ही फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रियासे एसिटल्डिहाइडका ऑक्सीजन परमाणु दो क्लोरीन परमाणुओं द्वारा विस्थापित हो जाता है।

$$\begin{matrix} CH_3 \\ H \end{matrix} \!\!>\! C=O+PCl_5 \longrightarrow \begin{matrix} CH_3 \\ H \end{matrix} \!\!>\! C=Cl_2 + POCl_3$$

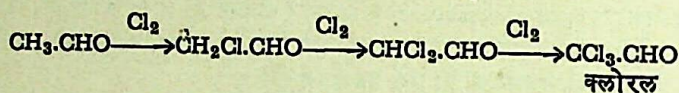
एथिलिडीन क्लोराइड

6. **कास्टिक क्षारोंकी क्रिया.** क्षारोंके साथ एसिटल्डिहाइडको गर्म करने पर एक जटिल पीला यौगिक बनता है जिसमें खटमल जैसी अरुचिकर गन्ध होती है। अन्य अल्डिहाइड भी इसी प्रकार प्रतिक्रिया करते हैं लेकिन फ़ॉर्मेल्डिहाइड भिन्न प्रकारसे प्रतिक्रिया करता है (कैनिज़ारोकी प्रतिक्रिया)।

7. **क्लोरीन (या ब्रोमीन) की क्रिया.** क्लोरीन (या ब्रोमीन) एसिटल्डिहाइडमें उपस्थित मेथिल मूलकके हाइड्रोजन परमाणुओंको प्रतिस्थापित करती है जिससे क्लोरो (या ब्रोमो) एसिटल्डिहाइड बनता है। फ़ॉर्मेल्डिहाइड के साथ यह प्रतिक्रिया नहीं होती—

$$CH_3.CHO + 3Cl_2 \rightarrow CCl_3.CHO + 3HCl$$

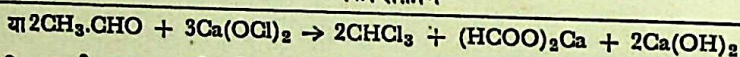
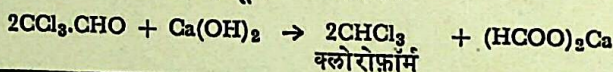
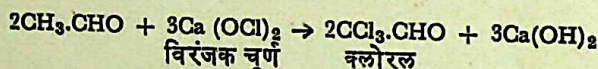
क्लोरल

* —CHO समूहके संलग्न कार्बन परमाणुको α कार्बन परमाणु और इससे युक्त हाइड्रोजन परमाणुओंको α-हाइड्रोजन परमाणु कहते हैं।

नोट : इस प्रतिक्रियामें प्रतिस्थापन क्रमशः होता है इसलिए क्लोरीनकी मात्रा नियंत्रित करके कोई मध्यवर्ती यौगिक प्राप्त कर सकते हैं।

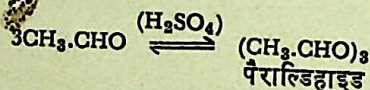
$$CH_3.CHO \xrightarrow{Cl_2} CH_2Cl.CHO \xrightarrow{Cl_2} CHCl_2.CHO \xrightarrow{Cl_2} \underset{\text{क्लोरल}}{CCl_3.CHO}$$

8. **विरंजक चूर्ण (Bleaching powder) की क्रिया.** इस प्रतिक्रियामें क्लोरोफ़ॉर्म बनता है—

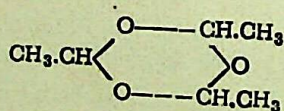
$$2CH_3.CHO + \underset{\text{विरंजक चूर्ण}}{3Ca(OCl)_2} \rightarrow \underset{\text{क्लोरल}}{2CCl_3.CHO} + 3Ca(OH)_2$$

$$2CCl_3.CHO + Ca(OH)_2 \rightarrow \underset{\text{क्लोरोफ़ॉर्म}}{2CHCl_3} + (HCOO)_2Ca$$

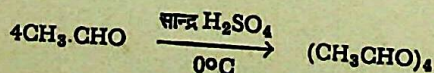
$$\text{या } 2CH_3.CHO + 3Ca(OCl)_2 \rightarrow 2CHCl_3 + (HCOO)_2Ca + 2Ca(OH)_2$$

9. **बहुलीकरण.** एसिटल्डिहाइड बहुलीकृत होकर विभिन्न बहुलक बनाता है।

(क) कुछ एसिटल्डिहाइडमें एक-दो बूंद सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल मिलाओ और मिश्रणको ठण्डा करो फिर उसमें लगभग एक घ० से० पानी मिलाओ और थोड़ी देरके लिए रख दो। पैराल्डिहाइड (paraldehyde) बहुलककी तह अलग हो जायगी। यह एक सुगन्धित द्रव है और नींद लानेवाली औषधिके रूपमें उपयोग किया जाता है।

$$3CH_3.CHO \overset{(H_2SO_4)}{\rightleftharpoons} \underset{\text{पैराल्डिहाइड}}{(CH_3.CHO)_3}$$

पैराल्डिहाइड, अल्डिहाइड समूहकी अवकारक प्रतिक्रियाएं नहीं देता, इसलिए इसकी रचना चाक्रिक मानी जाती है—

$$CH_3.CH\begin{matrix} \diagup O\text{——}CH.CH_3 \\ \diagdown O\text{——}CH.CH_3 \end{matrix}\!\!\!\rangle O$$

यह तनु सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ आसवित करने पर विच्छेदित हो जाता है और एसिटल्डिहाइड पुनः मुक्त हो जाता है।

(ख) यदि एसिटल्डिहाइडमें कुछ सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल या शुष्क हाइड्रोजन क्लोराइड गैस मिलाकर उसको 0°C या इससे कम ताप तक ठण्डा करें तो ठोस बहुलक मेटाल्डिहाइड बनता है। यह भी तनु सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ आसवित करने पर पुनः एसिटल्डिहाइड बना देता है।

$$4CH_3.CHO \xrightarrow[0^\circ C]{\text{सान्द्र } H_2SO_4} (CH_3CHO)_4$$

मेटाल्डिहाइड ईंधनके रूपमें इस्तेमाल किया जाता है।

उपयोग.

1. एसिटल्डिहाइडका उपयोग निम्नलिखित यौगिकोंके बनानेमें किया जाता है :
(*i*) एथेनॉल (एथिल अल्कोहल), (*ii*) एसिटिक अम्ल, (*iii*) पैराल्डिहाइड, (*iv*) मेटाल्डिहाइड, (*v*) क्लोरल और (*vi*) एथिल एसिटेट।

2. यह कृत्रिम रंगों और कुछ औषधियोंके बनानेमें भी इस्तेमाल किया जाता है।

3. इसका आधुनिक उपयोग संश्लेषित रबर (synthetic rubber) बनानेमें किया जाता है।

4. दर्पणोंके रजतीकरण (silvering of mirrors) में यह अवकारककी तरह उपयोग किया जाता है।

परीक्षण.

1. एक परखनलीमें एसिटल्डिहाइड लो और उसमें कुछ बूंदें पिपेरिडीन (piperidine) और सोडियम नाइट्रोप्रुसाइडके ताज़ा घोलकी मिलाओ—गहरा नीला रंग उत्पन्न होगा।

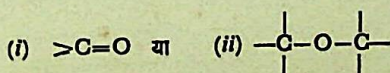
2. एसिटल्डिहाइडमें सोडियम नाइट्रोप्रुसाइडके ताज़ा घोलकी कुछ बूंदें मिलाकर घोलको सोडियम हाइड्रॉक्साइडसे क्षारीय करो—गहरा लाल रंग उत्पन्न होगा।

3. कास्टिक सोडाके सान्द्र घोलके साथ गर्म करनेसे राल जैसी दुर्गन्ध आती है और घोल पीला पड़ जाता है। इस परीक्षणसे एसिटल्डिहाइडको फॉर्मल्डिहाइडसे पहचाना जाता है।

रचना.

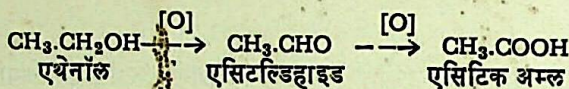
1. अणु-भार निकालनेकी विधियों और तात्त्विक विश्लेषणके आधार पर एसिटल्डिहाइडका अणु-सूत्र C_2H_4O आता है।

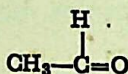
2. एसिटल्डिहाइड पर फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रियासे एथिलिडीन क्लोराइड ($C_2H_4Cl_2$) बनता है और हाइड्रोजन क्लोराइड गैस नहीं निकलती—इसलिए एसिटल्डिहाइडमें (–OH) मूलक नहीं हो सकता (देखो—एथेनॉलका रचना-सूत्र)। अत: ऑक्सीजन परमाणु कार्बन परमाणु द्वारा निम्न प्रकारसे संयुक्त रह सकता है :

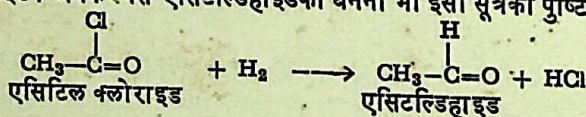
$$(i)\quad >C=O \quad \text{या} \quad (ii)\quad -\overset{|}{\underset{|}{C}}-O-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$$

उपरोक्त रचना (*ii*) के अनुसार एसिटल्डिहाइडका अणु-सूत्र C_2H_6O होना चाहिए परन्तु यह C_2H_4O है, अतः रचना-सूत्र रचना (*ii*) के अनुसार नहीं हो सकता। फलस्वरूप एसिटल्डिहाइडका रचना-सूत्र रचना (*i*) के अनुसार होगा।

3. एथेनॉलके पूर्ण ऑक्सीकरणसे एसिटिक अम्ल ($CH_3.COOH$) बनता है। इस प्रतिक्रियामें माध्यमिक क्रियाफलके रूपमें एसिटल्डिहाइड बनता है। एथेनॉल और एसिटिक अम्ल, दोनोंके अणुमें मेथिल समूह ($-CH_3$) होता है। इसलिए यह समूह माध्यमिक क्रियाफल (अर्थात् एसिटल्डिहाइड) के अणुमें भी होना चाहिए—

$$CH_3.CH_2OH \xrightarrow{[O]} CH_3.CHO \xrightarrow{[O]} CH_3.COOH$$

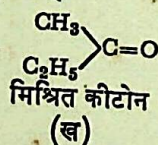
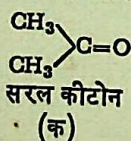
एथेनॉल — एसिटल्डिहाइड — एसिटिक अम्ल

4. इस आधार पर, एसिटल्डिहाइडके अणुमें एक कार्बोनिल समूह ($>C=O$) तथा एक मेथिल समूह ($-CH_3$) की उपस्थिति मानकर सिर्फ़ निम्नलिखित रचना-सूत्र लिखा जा सकता है :

$$CH_3-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O$$

5. यह सूत्र एसिटल्डिहाइडकी सब प्रतिक्रियाओंमें ठीक उतरता है। एसिटिल क्लोराइडके अवकरणसे एसिटल्डिहाइडका बनना भी इसी सूत्रकी पुष्टि करता है—

$$\underset{\text{एसिटिल क्लोराइड}}{CH_3-\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}=O} + H_2 \longrightarrow \underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{CH_3-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O} + HCl$$

कीटोन (Ketones)

अल्डिहाइडोंमें कार्बोनिल समूह ($>C=O$) की दो संयोजकताओंमें से एक हाइड्रोजन द्वारा सन्तुष्ट होती है और दूसरी किसी एल्किल समूह द्वारा(फ़ॉर्मल्डिहाइड में दूसरी भी हाइड्रोजन द्वारा)। जिन यौगिकोंमें कार्बोनिल समूहकी दोनों संयोजकताएं एल्किल समूहोंसे ही सन्तुष्ट होती हैं उन्हें कीटोन कहते हैं। इनका सामान्य सूत्र $\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}>C=O$ है। जिन कीटोनोंमें R और R′ एक ही होते हैं वे सरल कीटोन और जिनमें अलग-अलग होते हैं वे मिश्रित कीटोन कहलाते हैं।

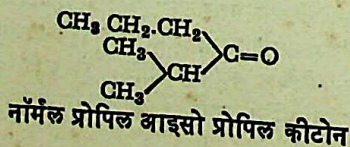
$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=O \qquad\qquad \begin{matrix}CH_3\\C_2H_5\end{matrix}>C=O$$

सरल कीटोन (क) — मिश्रित कीटोन (ख)

नामकरण.

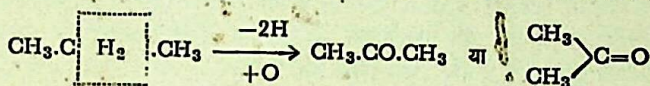
कीटोनोंके नामकरणकी पुरानी प्रणालीमें पहले छोटेवाले एल्किल समूहका नाम लो, फिर बड़ेवालेका, और उसके आगे 'कीटोन' शब्द लगा दो तो नाम पूरा हो जायगा जैसे (क) का नाम मेथिल मेथिल कीटोन या डाइमेथिल कीटोन है और (ख) का नाम मेथिल एथिल कीटोन है।

यदि दोनों एल्किल मूलकोंका संगठन (composition) समान हो और रचना (structure) भिन्न हो तो नॉर्मल श्रृंखलावाले एल्किल मूलकका नाम पहले लिखेंगे। जैसे—

$$\begin{matrix}CH_3.CH_2.CH_2\\ \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>CH\end{matrix}>C=O$$

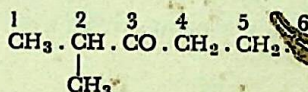
नॉर्मल प्रोपिल आइसो प्रोपिल कीटोन

अधिक जटिल कीटोनोंके नाम पुरानी प्रणालीसे रखना बड़ा कठिन है। उनके नाम जिनेवा प्रणालीसे बड़ी आसानीसे रखे जाते हैं।

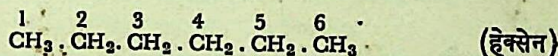
जिनेवा प्रणालीके अनुसार नामकरण. किसी एल्केनमें शृंखलाके बीचके किसी कार्बन परमाणु पर लगे दो हाइड्रोजन परमाणुओंको हटाकर उनकी जगह एक ऑक्सीजन परमाणु लगा दें तो उस एल्केनका सम्बद्ध कीटोन बन जायगा। जैसे—

$$CH_3.C\boxed{H_2}.CH_3 \xrightarrow[+O]{-2H} CH_3.CO.CH_3 \quad \text{या} \quad \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C=O$$

प्रोपेन — प्रोपेनका सम्बद्ध कीटोन

प्रोपेनके सम्बद्ध कीटोनको **प्रोपेनोन** कहा जायगा; अर्थात् एल्केनके नामके आगे 'ओन' लगा दें तो कीटोनका जिनेवा नाम बन जायगा।

किसी कीटोनमें जितने कार्बन एक सीधी शृंखलामें हों उनको एक सिरेसे अंकित कर दो। ध्यान रहे कि सबसे लम्बी वह शृंखला ली जाय जिसमें कार्बोनिल समूह मौजूद हो, और संख्या उधरसे लिखना शुरू हो जिधरसे कार्बोनिल समूह पास हो जैसे—

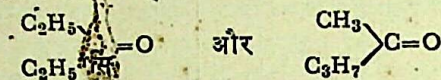
$$\overset{1}{CH_3}.\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{2}{CH}}.\overset{3}{CO}.\overset{4}{CH_2}.\overset{5}{CH_2}.\overset{6}{CH_3}$$

यह कीटोन छः कार्बन परमाणुवाले एल्केन अर्थात् हेक्सेनसे व्युत्पन्न माना जायगा।

$$\overset{1}{CH_3}.\overset{2}{CH_2}.\overset{3}{CH_2}.\overset{4}{CH_2}.\overset{5}{CH_2}.\overset{6}{CH_3} \qquad \text{(हेक्सेन)}$$

इसलिए इसका सामान्य नाम हेक्सेनोन होगा। किन्तु यह नाम पूरा नहीं है क्योंकि इस नामसे इसका पूरा विवरण नहीं मिला। जैसे कि इससे यह नहीं मालूम हुआ कि कार्बोनिल समूहकी स्थिति शृंखलामें तीसरी है। इसलिए इसका नाम हेक्सेनोन—3 हुआ। किन्तु यह भी बतलाना है कि दूसरे कार्बन परमाणुका एक हाइड्रोजन परमाणु मेथिल मूलकसे विस्थापित है, इसलिए इसका पूरा नाम 2—मेथिल हेक्सेनोन—3 हुआ।

कीटोनोंकी समावयवता

अल्डिहाइडोंकी तरह कीटोनोंका भी सामान्य सूत्र $C_nH_{2n}O$ है। इसलिए अल्डिहाइड और कीटोन परस्पर समावयवी हैं। उदाहरणार्थ प्रोपिओनल्डिहाइड $\left(\begin{matrix} CH_3.CH_2 \\ H \end{matrix}\!\!>C=O\right)$ एसिटोन ($CH_3.CO.CH_3$) का समावयवी है। इस प्रकार प्रत्येक कीटोनका एक समावयवी अल्डिहाइड है। चूंकि अल्डिहाइडों और

कीटोनोंके लाक्षणिक मूलक भिन्न हैं, इसलिए यह लाक्षणिक समावयवता है। कीटोनों में आपसमें भी समावयवता होती है, जैसे—

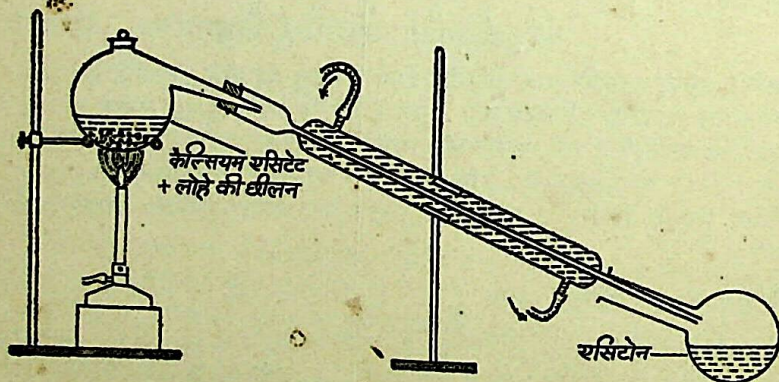
$$\begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix} > C=O \quad \text{और} \quad \begin{matrix} CH_3 \\ C_3H_7 \end{matrix} > C=O$$

दोनोंका संगठन (composition) एक ही है किन्तु रचना (structure) भिन्न हैं। यह स्थिति समावयवताका उदाहरण है क्योंकि इनमें लाक्षणिक मूलक ($>C=O$) की शृंखलामें स्थिति भिन्न-भिन्न है।

एसिटोन या डाइमेथिल कीटोन
(Acetone or Dimethyl Ketone)

युक्ति-सूत्र : $CH_3.CO.CH_3$ **रचना-सूत्र :** $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > C=O$

कीटोनोंकी सधर्ममालाका पहला और सबसे महत्त्वपूर्ण सदस्य डाइमेथिल कीटोन है जो एसिटोनके नामसे प्रसिद्ध है। स्वस्थ मनुष्योंके मूत्रमें यह सूक्ष्म मात्रामें (in traces) पाया जाता है। 'एसिटोन यूरिया' रोगमें पेशावके साथ इसकी अधिक मात्रा आने लगती है। लकड़ीके भंजक आसवनसे यह थोड़ी मात्रामें प्राप्त होता है।

बनानेकी विधि

1. प्रयोगशालामें. एसिटोन, कैल्सियम एसिटेटके शुष्क आसवन द्वारा बनाया जाता है। उपकरणका चित्र नीचे दिया है।

चित्र 29. एसिटोन बनानेकी प्रयोगशाला विधि।

धातु या कड़े कांचके रिटॉर्टमें, पिसा हुआ अनार्द्र कैल्सियम एसिटेट लेकर इसमें थोड़ी-सी लोहेकी छीलन (iron filings) मिलाओ ताकि प्रतिक्रिया तेज़ीसे हो। रिटॉर्टको धीरे-धीरे तब तक गर्म करो जब तक आसवन पूरा न हो जाय। एसिटोन

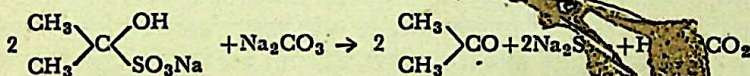
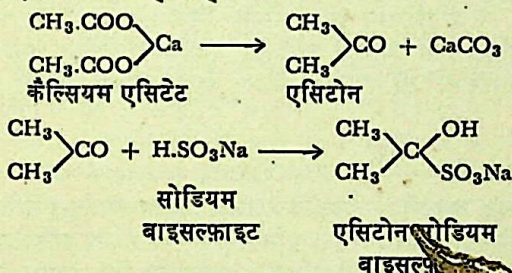
वाष्प संघनित्रमें संघनित होकर संग्राहक फ़्लास्कमें एकत्र हो जायेगी। यह अशुद्ध एसिटोन है। इसमें इसके आयतनका तीन-चार गुना सोडियम बाइसल्फ़ाइटका सन्तृप्त घोल मिलाकर हिलाओ और 4-5 घण्टोंके लिए रख दो। 'एसिटोन-सोडियम बाइसल्फ़ाइट यौगिक' के रंगहीन केलास बन जाते हैं जिन्हें छानकर छन्नक पत्र पर ही सुखा लो। शुष्क केलासोंको कमसे कम पानीमें घोल लो और घोलमें इतना सोडियम कार्बोनेट मिलाओ कि वह क्षारीय हो जाय। इस घोलको जल-ऊष्मक पर गर्म करके आसवित करो। प्राप्त एसिटोनमें कुछ पानी अब भी रह जाता है। इसे शुष्क कैल्सियम क्लोराइड पर सुखाकर फिर आसवित कर लो। 55-60°C पर शुद्ध एसिटोन प्राप्त होता है।

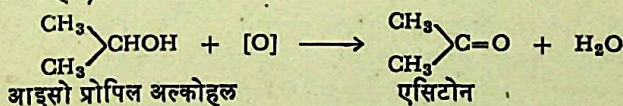
$$(CH_3.COO)_2Ca \longrightarrow (CH_3)_2CO + CaCO_3$$

कैल्सियम एसिटेट → एसिटोन

$$(CH_3)_2CO + H.SO_3Na \longrightarrow (CH_3)_2C(OH)(SO_3Na)$$

सोडियम बाइसल्फ़ाइट → एसिटोन-सोडियम बाइसल्फ़ाइट

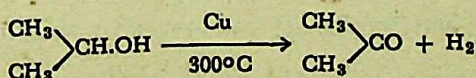
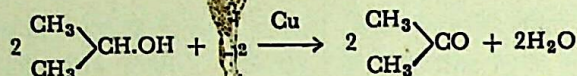
$$2\,(CH_3)_2C(OH)(SO_3Na) + Na_2CO_3 \rightarrow 2\,(CH_3)_2CO + 2Na_2SO_3 + H_2O + CO_2$$

2. आइसो-प्रोपिल अल्कोहलके ऑक्सीकरणसे. जिस तरह एथिल अल्कोहल (एक प्राथमिक अल्कोहल) को क्रोमिक अम्ल द्वारा ऑक्सीकृत करके एसिटल्डिहाइड बनाया जाता है उसी प्रकार आइसो प्रोपिल अल्कोहल (एक द्वैतीयिक अल्कोहल) को क्रोमिक अम्लसे ऑक्सीकृत करके एसिटोन प्राप्त किया जाता है। (व्यवहारमें क्रोमिक अम्लके स्थान पर पोटैसियम डाइक्रोमेट और तनु सल्फ़्यूरिक अम्लका मिश्रण लेते हैं।)

$$(CH_3)_2CHOH + [O] \longrightarrow (CH_3)_2C{=}O + H_2O$$

आइसो प्रोपिल अल्कोहल → एसिटोन

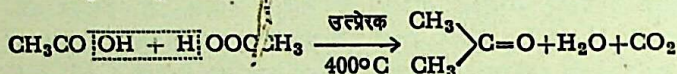
कल्पन.

1. विहाइड्रोजनीकरण या ऑक्सीकरण द्वारा. आइसो प्रोपिल अल्कोहलकी वाष्पको (अकेले या हवाके साथ मिलाकर) 300-400°C तक गर्म किये हुए कॉपर चूर्ण परसे प्रवाहित करने पर क्रमशः विहाइड्रोजनीकरण या ऑक्सीकरण द्वारा एसिटोन बनता है।

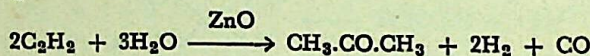
$$(CH_3)_2CH.OH \xrightarrow[300^\circ C]{Cu} (CH_3)_2CO + H_2$$

$$2\,\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CH.OH + O_2 \xrightarrow{Cu} 2\,\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CO + 2H_2O$$

यह एसिटोनके कल्पनकी सबसे महत्त्वपूर्ण आधुनिक विधि है।

2. कई देशोंमें एसिटोनका कल्पन एसिटिक अम्लकी वाष्पको 400°C तक गर्म किये हुए अल्युमिना (Al_2O_3) पर से प्रवाहित करके किया जाता है—

$$CH_3CO\,\boxed{OH + H}\,OOCCH_3 \xrightarrow[400°C]{\text{उत्प्रेरक}} \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C{=}O + H_2O + CO_2$$

एसिटिक अम्लके दो अणु सिटोन

3. **एसिटिलीनसे.** एसिटिलीन और भापके मिश्रणको 400°C तक गर्म किये हुए ज़िक ऑक्साइड परसे प्रवाहित करते हैं। यह विधि बिल्कुल नयी है और अभी इसका अधिक प्रचार नहीं हो पाया है। किन्तु इसके शीघ्र प्रचलित होनेकी सम्भावना है।

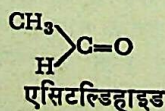
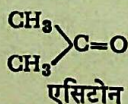
$$2C_2H_2 + 3H_2O \xrightarrow{ZnO} CH_3.CO.CH_3 + 2H_2 + CO$$

4. **पाइरोलिग्नियस अम्लसे.** लकड़ीके भंजक आसवनसे पाइरोलिग्नियस अम्ल नामक एक द्रव मिलता है जिसमें कुछ एसिटोन, मेथेनॉल और एसिटिक अम्ल होती है। रासायनिक विधिसे इसमेंसे एसिटोन अलग कर लिया जाता है (देखो पाइरोलिग्नियस अम्लसे मेथेनॉलका कल्पन)। बहुत पहले एसिटोन इस विधिसे प्राप्त किया जाता था किन्तु अब यह विधि काममें नहीं लायी जाती क्योंकि थोड़ी लब्धिके कारण उत्पादन महँगा पड़ता है।

गुण.

एसिटोन रंगहीन, उड़नशील और सुगन्धित द्रव है। इसका क्वथनांक 56°C है। पानी, एथेनॉल और ईथरके साथ यह पूरी तरह मिलनशील है। यह बहुत-से कार्बनिक यौगिकोंका अच्छा घोलक है।

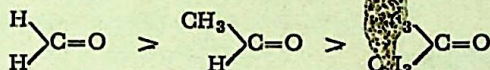
एसिटोन अपनी सधर्ममालाका प्रतिनिधि सदस्य है। $CH_3\!>\!C{=}O$ (एसिटिल) समूहके कारण इसकी बहुत-सी प्रतिक्रियाएं अल्डिहाइडोंके समान हैं।

$>CO$ मूलककी दूसरी संयोजकता एल्किल समूह द्वारा सन्तुष्ट होनेके कारण ये अल्डिहाइडोंसे भिन्न प्रतिक्रियाएं भी देते हैं क्योंकि अल्डिहाइडोंमें यह संयोजकता हाइड्रोजन परमाणु द्वारा सन्तुष्ट रहती है।

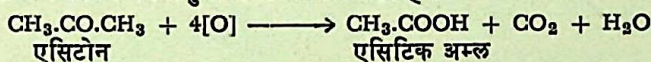
$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C{=}O \qquad\qquad \begin{matrix}CH_3\\H\end{matrix}\!\!>\!C{=}O$$

एसिटोन एसिटल्डिहाइड

कीटोन अल्डिहाइडोंसे कम क्रियाशील होते हैं। इसका कारण भी दो एल्किल

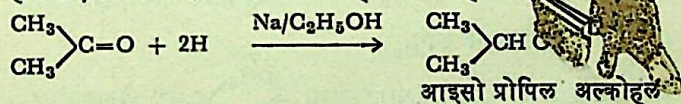
मूलकोंकी उपस्थिति है जो हाइड्रोजन परमाणुओंकी अपेक्षा कम क्रियाशील हैं। इस प्रकार फ़ॉर्मल्डिहाइड, एसिटल्डिहाइड और एसिटोनकी क्रियाशीलताका क्रम निम्न प्रकार है :

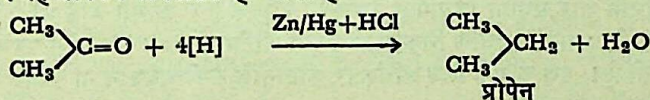
$$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} \!\!>\! C{=}O \;>\; \begin{matrix} CH_3 \\ H \end{matrix} \!\!>\! C{=}O \;>\; \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C{=}O$$

एसिटोनकी प्रमुख प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं :

1. ऑक्सीकरण. कार्बोनिल मूलकसे सीधे संयुक्त हाइड्रोजन परमाणुके न होनेके कारण एसिटोन (या सामान्य : कोई कीटोन) आसानीसे ऑक्सीकृत नहीं होता (अल्डिहाइडोंसे अन्तर)। ये केवल तीव्र आक्सीकारकों जैसे पोटैसियम डाइक्रोमेट या सान्द्र नाइट्रिक अम्ल द्वारा ही ऑक्सीकृत होते हैं क्योंकि इनकी क्रियासे कीटोनका अणु दो भागोंमें टूट जाता है जिनमेंसे प्रत्येक भाग आसानीसे आक्सीकृत होकर कीटोनसे कम कार्बन परमाणुओंवाला अम्ल बनाता है।

$$\underset{\text{एसिटोन}}{CH_3.CO.CH_3} + 4[O] \longrightarrow \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3.COOH} + CO_2 + H_2O$$

कीटोनों पर फ़ेह्लिंग के घोल और सिल्वर नाइट्रेटके अमोनियामय घोलका कोई प्रभाव नहीं होता।

2. अवकरण. (*i*) नवजात हाइड्रोजन (Na + [illegible]OH से प्राप्त) द्वारा अवकृत होकर एसिटोन आइसो प्रोपिल अल्कोहल बनाता है—

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C{=}O + 2H \xrightarrow{Na/C_2H_5OH} \underset{\text{आइसो प्रोपिल अल्कोहल}}{\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! CH\,OH}$$

(*ii*) ज़िंक अमलगम और सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्लके साथ प्रतिकृत किये जाने पर यह प्रोपेनमें परिवर्तित हो जाता है—

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C{=}O + 4[H] \xrightarrow{Zn/Hg+HCl} \underset{\text{प्रोपेन}}{\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! CH_2} + H_2O$$

अवकरणकी इस विधिको **क्लिमेन्शन अवकरण** कहते हैं। यह किसी यौगिकमें उपस्थित कार्बोनिल समूह ($>C=O$) को मेथिलीन समूह ($>CH_2$) में अवकृत करनेकी एक महत्त्वपूर्ण सामान्य विधि है।

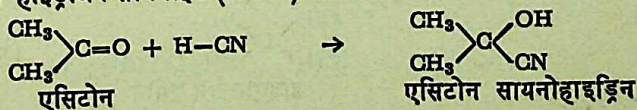
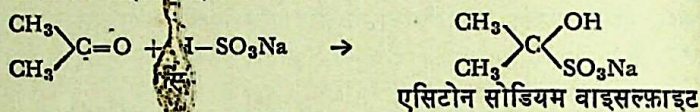
3. योग प्रतिक्रियाएं कार्बोनिल समूहकी उपस्थितिके कारण अल्डिहाइडों के समान कीटोन भी कई योग प्रतिक्रियाओंमें भाग लेते हैं और उसी प्रकारके युक्त यौगिक बनाते हैं।

(क) हाइड्रोजन सायनाइड (HCN) का योग.

$$\underset{\text{एसिटोन}}{\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C{=}O} + H{-}CN \rightarrow \underset{\text{एसिटोन सायनोहाइड्रिन}}{\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} OH \\ CN \end{matrix}}$$

(ख) सोडियम बाइसल्फ़ाइटका योग.

$$\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}O + H{-}SO_3Na \rightarrow \frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C\!<\!\frac{OH}{SO_3Na}$$

एसिटोन सोडियम बाइसल्फ़ाइट

4. संघनन प्रतिक्रियाएं

(क) हाइड्रॉक्सिलेमीनके साथ.

$$\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}\boxed{O + H_2}N.OH \rightarrow \frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}NOH + H_2O$$

एसिटॉक्सीम

(ख) हाइड्रेज़ीनके साथ.

$$\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}\boxed{O + H_2}N.NH_2 \longrightarrow \frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}N.NH_2 + H_2O$$

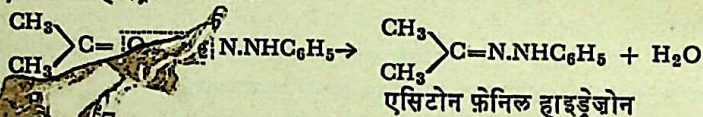
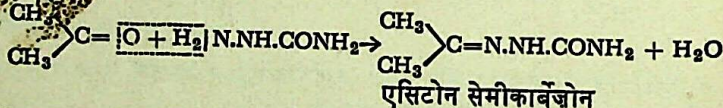
एसिटोन हाइड्रेज़ोन

(ग) फ़ेनिल हाइड्रेज़ीनके साथ.

$$\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}\boxed{O + H_2}N.NHC_6H_5 \rightarrow \frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}N.NHC_6H_5 + H_2O$$

एसिटोन फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन

(घ) [illegible]जाइडके साथ.

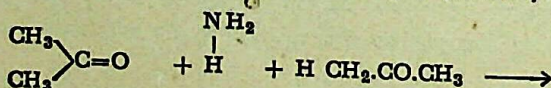
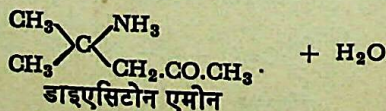
$$\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}\boxed{O + H_2}N.NH.CONH_2 \rightarrow \frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}N.NH.CONH_2 + H_2O$$

एसिटोन सेमीकार्बेज़ोन

अन्तिम चार संघनन क्रियाफल केलासीय यौगिक हैं। इनमेंसे कोई भी क्रियाफल बनाकर और उसका द्रवणांक निकालकर किसी कीटोनकी अन्य कीटोनोंसे पहचान की जा सकती है। इस कामके लिए अधिकतर कीटोनोंके सेमीकार्बेज़ोन या फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन बनाये जाते हैं।

(ङ) अमोनियाके साथ. फ़ॉर्मेल्डिहाइडके अलावा सब अल्डिहाइड अमोनिया के साथ युक्त यौगिक बनाते हैं किन्तु कीटोन अमोनियाके साथ संघनन यौगिक बनाते हैं। एसिटोनके साथ डाइ एसिटोन एमीन और ट्राइ एसिटोन एमीन बनते हैं।

$$\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C{=}O + \underset{\text{अमोनिया}}{\overset{NH_2}{\underset{|}{H}}} + H\,CH_2.CO.CH_3 \longrightarrow$$

$$\frac{CH_3}{CH_3}\!>\!C\!<\!\frac{NH_2}{CH_2.CO.CH_3} + H_2O$$

डाइएसिटोन एमीन

(च) अल्डॉल संघनन (**Aldol condensatio[illegible]**). तनु क्षारों या अम्लोंकी उपस्थितिमें अल्डिहाइडों और कीटोनोंमें एक-सी क्रिया [illegible]ती है, अर्थात् अल्डॉल संघनन होता है। अल्डॉल संघनन तीन प्रकारसे होते हैं :

(*i*) दो समान या भिन्न अल्डिहाइडोंके बीच।

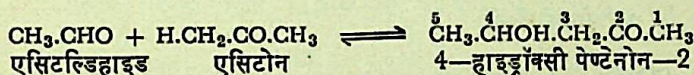
(*ii*) अल्डिहाइड या कीटोनोंके बीच।

(*iii*) दो समान या भिन्न कीटोनोंके बीच।

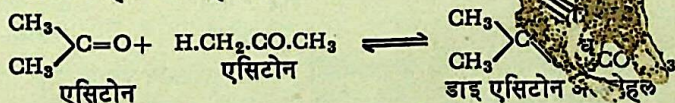
[**नोट :** तीव्र क्षारों या तीव्र अम्लोंकी उपस्थितिमें अल्डिहाइड बहुलीकृत होकर रेज़िनीय पदार्थ बनाते हैं लेकिन कीटोनोंका बहुलीकरण नहीं होता बल्कि तीव्र अम्लों से एक विशेष प्रकारका संघनन होता है जो आगे बताया जायगा।]

(*i*) इस प्रकारके अल्डॉल संघननका वर्णन अल्डिहाइडोंमें किया जा चुका है।

(*ii*) **सोडियम हाइड्रॉक्साइडकी उपस्थितिमें** कीटोन और अल्डिहाइड आपसमें संघनित होकर हाइड्रॉक्सी कीटोन बनाते हैं जैसे :

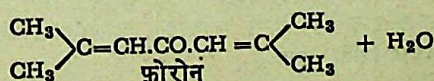
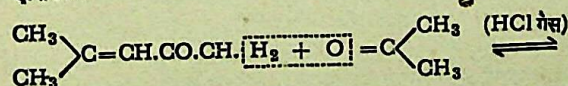
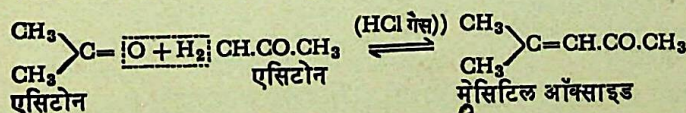
$$\underset{\text{एसिटल्डिहाइड}}{CH_3.CHO} + \underset{\text{एसिटोन}}{H.CH_2.CO.CH_3} \rightleftharpoons \underset{\text{4—हाइड्रॉक्सी पेण्टेनोन—2}}{\overset{5}{C}H_3.\overset{4}{C}HOH.\overset{3}{C}H_2.\overset{2}{C}O.\overset{1}{C}H_3}$$

इसमें हमेशा कीटोनका α-हाइड्रोजन परमाणु संघननमें भाग लेता है, अल्डिहाइड का नहीं।

(*iii*) बेरियम हाइड्रॉक्साइडकी उपस्थितिमें की[illegible] अणु संघनित होकर डाइकीटोन अल्कोहल बनाते हैं जैसे :

$$\underset{\text{एसिटोन}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C=O} + \underset{\text{एसिटोन}}{H.CH_2.CO.CH_3} \rightleftharpoons \underset{\text{डाइ एसिटोन [illegible]हल}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C\text{[illegible]}CO\text{[illegible]}_3}$$

जलशोषक पदार्थोंकी उपस्थितिमें संघनन. जलशोषक पदार्थों (सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल, हाइड्रोजन क्लोराइड गैस आदि) की उपस्थितिमें एसिटोनके दो अणु पहले संघनित होकर एक असन्तृप्त कीटोन बनाते हैं जो एक अणु एसिटोनसे फिर संघनित होता है और इस प्रकार अधिक असन्तृप्त कीटोन बन जाता है। प्रतिक्रियाएं निम्न प्रकारसे प्रदर्शित की जा सकती हैं :

$$\underset{\text{एसिटोन}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C=}\boxed{O + H_2}\underset{\text{एसिटोन}}{CH.CO.CH_3} \xrightleftharpoons{(HCl\ \text{गैस})} \underset{\text{मेसिटिल ऑक्साइड}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C=CH.CO.CH_3}$$

$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C=CH.CO.CH.\boxed{H_2 + O}=C\!<\!\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} \xrightleftharpoons{(HCl\ \text{गैस})}$$

$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!\underset{\text{फ़ोरोन}}{C=CH.CO.CH}=C\!<\!\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} + H_2O$$

जब एसिटोन सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ आसवित किया जाता है तो

एसिटोनके तीन अणु इस प्रक[ार] संघनित होते हैं कि तीन अणु जल मुक्त होता है और मेसिटिलीन (mesitylene) [ब]नती है :

$$3\,CH_3COCH_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_3(CH_3)_3 + 3H_2O$$

एसिटोनके तीन अणु

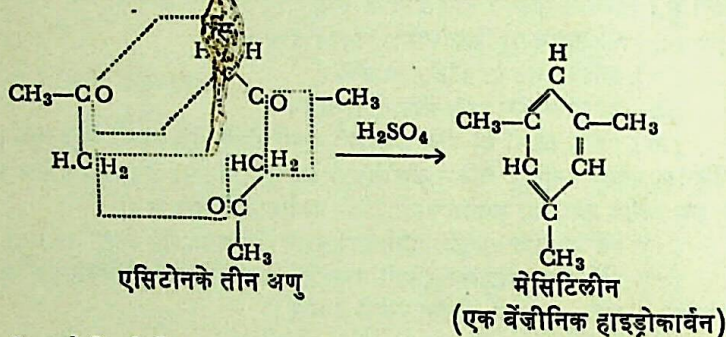
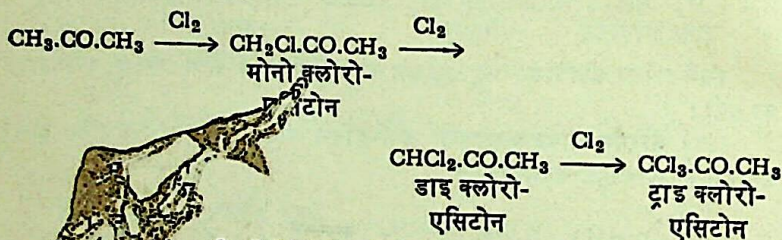
मेसिटिलीन
(एक बेंज़ीनिक हाइड्रोकार्बन)

5. क्लोरीनकी क्रिया.

$$CH_3.CO.CH_3 \xrightarrow{Cl_2} CH_2Cl.CO.CH_3 \xrightarrow{Cl_2}$$

मोनो क्लोरो-[ए]सिटोन

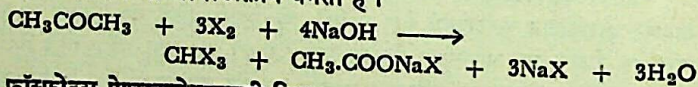
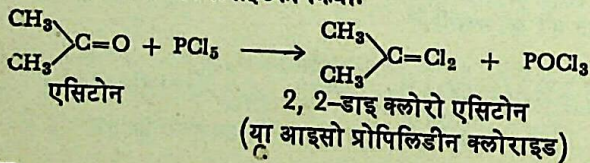
$$CHCl_2.CO.CH_3 \xrightarrow{Cl_2} CCl_3.CO.CH_3$$

डाइ क्लोरो-एसिटोन → ट्राइ क्लोरो-एसिटोन

(क्षा[र]की उपस्थितिमें) हैलोजनोंकी क्रिया (हैलोफ़ॉर्म प्रतिक्रिया) : एसिटोन को क्षार (जैसे NaOH) की उपस्थितिमें हैलोजनोंके साथ गर्म करनेसे क्रमशः क्लोरोफ़ॉर्म, ब्रोमोफ़ॉर्म या आयोडोफ़ॉर्म बनता है।

$$CH_3COCH_3 + 3X_2 + 4NaOH \longrightarrow CHX_3 + CH_3.COONaX + 3NaX + 3H_2O$$

7. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रिया.

$$(CH_3)_2C{=}O + PCl_5 \longrightarrow (CH_3)_2C{=}Cl_2 + POCl_3$$

एसिटोन → 2, 2–डाइ क्लोरो एसिटोन
(या आइसो प्रोपिलिडीन क्लोराइड)

उपयोग.

1. एसिटोन एक महत्त्वपूर्ण औद्योगिक घोलक है। बहुतसे पेंण्ट और वार्निशोंको घोलनेके लिए और कृत्रिम रेशम, कॉर्डाइट, कलोडियन आदिके बनानेमें घोलकके रूपमें यह उपयोग किया जाता है।

2. सम्पीडित (compressed) एसिटिलीनको एसिटोनमें घोलकर सुरक्षित रखा जाता है क्योंकि द्रवित एसिटिलीन विस्फोटक होती है।

3. एसिटोनका उपयोग निम्नलिखित पदार्थोंके बनानेके लिए करते हैं :

(*i*) क्लोरोफ़ॉर्म

(*ii*) आयोडोफ़ॉर्म

(*iii*) क्लोरीटोन [पहाड़ी यात्रा, समुद्री यात्रा, हवाई यात्रा आदिमें चक्कर आनेकी औषधि]

(*iv*) आइरोन (एक कृत्रिम इत्र)

(*v*) सल्फ़ोनल [नींद लानेकी दवा]

(*vi*) संश्लेषित रबर

(*vii*) कुछ हैलोजनीकृत एसीटोन जैसे CH_3COCH_2Cl, $CH_3COCHCl_2$, CH_3COCH_2Br आदि—जिनको अश्रुगैसके रूपमें इस्तेमाल करते हैं।

(*viii*) एसिटिक अनहाइड्राइड जिससे सेलुलोज़ एसिटेट बनाकर कृत्रिम रेशम, सेलुलॉएड और विभिन्न प्लास्टिकें बनाते हैं।

4. नाखूनोंकी पॉलिशमें एसिटोन मिलाया जाता है।

5. अल्कोहलको पीनेसे रोकनेके लिए उसमें एसिटोन मिलाया जाता है। (अल्कोहलमें या शराबमें मिले हुए एसिटोनको 'लीगल परीक्षण' द्वारा पहचाना जाता है।)

परीक्षण.

1. **आयोडोफ़ॉर्म परीक्षण.** अमोनियम हाइड्रॉक्साइडके घोलमें आयोडीन मिलाओ और इसमें एसिटोन मिलाकर गर्म करो। गर्म घोलको ठण्डा होने दो। आयोडोफ़ॉर्मके पीले केलास बनते हैं (पृष्ठ 91 भी देखो)।

2. **नाइट्रोप्रुसाइड परीक्षण (लीगल परीक्षण).** एक परखनलीमें लगभग पांच घ० से० एसिटोन लेकर उसमें चार-पांच बूंद सोडियम नाइट्रोप्रुसाइडका ताज़ा घोल मिलाओ। फिर उसमें इतना सोडियम हाइड्रॉक्साइड घोल मिलाओ कि मिश्रण क्षारीय हो जाय—घोलका रंग लाल-बैंजनी हो जायगा।

नोट. यह परीक्षण एसिटल्डिहाइड भी देता है किन्तु घोलको क्षारीय करनेके लिए सोडियम हाइड्रॉक्साइडके बजाय अमोनियम हाइड्रॉक्साइड मिलाने पर केवल एसिटोन ही लाल-बैंजनी रंग देता है। इस प्रकार एसिटल्डिहाइड और एसिटोनकी पहचान कर सकते हैं।

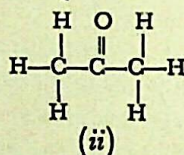
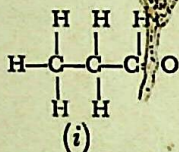
3. **इण्डिगो परीक्षण.** एक परखनलीमें थोड़ा एसिटोन लेकर उसमें कुछ ऑर्थो-नाइट्रो-बेंज़ल्डिहाइड मिलाओ और घोलको एक बीकरमें रखे हुए पोटैसियम हाइड्रॉक्साइडके तनु घोलमें डालो—घोल गहरे नीले रंगका हो जायगा। यह नीला रंग इण्डिगो (नील) नामक पदार्थके बननेके कारण है।

रचना.

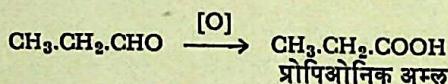
1. गुणात्मक विश्लेषण (qualitative analysis) और अणु-भार निकालनेकी विधियोंके आधार पर एसिटोनका अणु-सूत्र C_3H_6O निकलता है।

2. एसिटोन पर फ़[illegible]फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रियामें आइसोप्रोपिलिडीन क्लोराइड ($CH_3.CCl_2.$[illegible]H_3) का बनना और HCl का न निकलना इसमें कार्बोनिल समूहकी उपस्थि[illegible] बतलाता है।

इस बातको ध्यानमें रख[illegible] रचना-सूत्र लिखे जा सकते हैं :

```
     H  H  H                  H  O  H
     |  |  |                  |  ‖  |
  H—C—C—C=O            H—C—C—C—H
     |  |                     |     |
     H  H                     H     H
      (i)                       (ii)
```

3. सूत्र (*i*) के अनुसार ऑक्सीकरण होने पर प्रोपिओनिक अम्ल बनना चाहिए :

$$CH_3.CH_2.CHO \xrightarrow{[O]} CH_3.CH_2.COOH$$

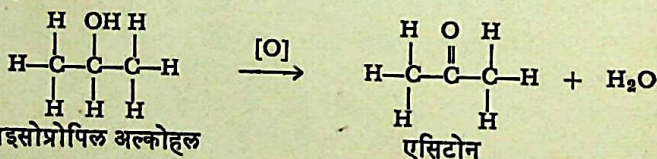
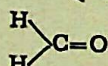
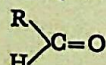
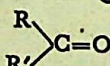
प्रोपिओनिक अम्ल

किन्तु एसिटोनके ऑक्सीकरणसे एसिटिक अम्ल बनता है। इस बातसे सूत्र (*ii*) ठीक मालूम होता है।

$$CH_3.CO\ CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3.COOH + CO_2 + H_2O$$

एसिटिक अम्ल

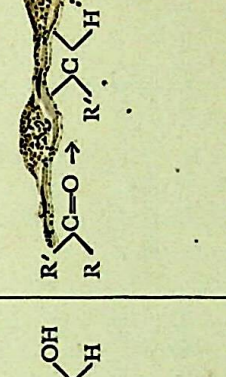
[illegible]त्र एसिटोनका रचना-सूत्र होना चाहिए।

[illegible]पिल अल्कोहलके ऑक्सीकरणसे एसिटोनका बनना इस सूत्रकी पु[illegible] कर[illegible]।

```
     H  OH H                        H  O  H
     |  |  |                        |  ‖  |
  H—C—C—C—H      [O]         H—C—C—C—H  +  H2O
     |  |  |      ——→              |     |
     H  H  H                        H     H
 आइसोप्रोपिल अल्कोहल                  एसिटोन
```

फ़ॉर्मल्डिहाइड, अन्य अल्डिहाइडों और कीटोनोंकी तुलना

```
 H╲              R╲              R╲
   >C=O            >C=O            >C=O
 H╱              H╱              R′╱
फ़ॉर्मल्डिहाइड       अन्य अल्डिहाइड       कीटोन
```

इन तीनोंके सूत्रोंसे यह स्पष्ट हो जाता है कि फ़ॉर्मल्डिहाइड और अन्य अल्डिहाइडोंमें उतनी ही समानता और भिन्नता है जितनी अन्य अल्डिहाइडों और कीटोनोंमें। फ़ॉर्मल्डिहाइड यथार्थमें अपने वर्गका एक ही यौगिक है। इसीलिए फ़ॉर्मल्डिहाइड अन्य अल्डिहाइडोंसे अनेक गुणोंमें भिन्नता प्रदर्शित करता है। $>C=O$ से संयुक्त दो हाइड्रोजन परमाणु होनेके कारण यह अन्य अल्डिहाइडोंसे अधिक तीव्र अवकारक है। अन्य अल्डिहाइड कीटोनोंसे अधिक तीव्र अवकारक हैं। फ़ॉर्मल्डिहाइड, अन्य

अल्डिहाइड और कीटोन, सबमें $>C=O$ समूह उभयनिष्ठ (common) है; इसलिए इस कार्बोनिल समूह द्वारा प्रदर्शित गुण इन सबमें पाये जाते हैं। फ़ॉर्मेल्डिहाइड और अन्य अल्डिहाइडोंमें $H>C=O$ समूह उभयनिष्ठ है इसलिए इस समूह द्वारा प्रदर्शित गुण दोनोंमें समान हैं।

अन्य अल्डिहाइडों और कीटोनोंमें $R>C=O$ समूह उभयनिष्ठ है इसलिए एल्किल समूह और कार्बोनिल समूहों द्वारा प्रदर्शित गुण इन दोनोंमें समान हैं। इस प्रकार इनके गुणोंका तुलनात्मक अध्ययन सरल हो जाता है।

गुण	फ़ॉर्मेल्डिहाइड	अन्य अल्डिहाइड	कीटोन
हाइड्रोजन परमाणुकी क्रिया 1. ऑक्सीकरण			
(क) सिद्धान्त	तीव्र अवकारक। ऑक्सीकरण से समान अर्थात् एक कार्बन परमाणुका अम्ल बनता है।	अवकारक किन्तु फ़ॉर्मेल्डिहाइडसे कम। ऑक्सीकरण से समान कार्बन परमाणुओंका अम्ल बनता है।	अवकारक नहीं हैं, इसलिए कठिनाईसे ऑक्सीकृत होते हैं। तीव्र ऑक्सीकारकोंकी [illegible] टूटता है और कम [illegible]णुवाले अम्ल [illegible]
(ख) * फ़ेहलिंग केघोलसे	ऑक्सीकरण द्वारा भूरा अवक्षेप मिलता है।	भूरा अवक्षेप मिलता है।	कोई प्रभाव नहीं होता।
(ग)*अमोनिया-मय सिल्वर नाइट्रेटसे	रजत-दर्पण बनता है।	रजत दर्पण बनता है।	कोई प्रभाव नहीं होता।
(घ)* शिफ़ प्रतिकारकसे	लाल रंग आता है।	लाल रंग आता है।	कुछ निचले सदस्य काफ़ी देरमें हल्का गुलाबी रंग देते हैं किन्तु ऊंचे सदस्यों पर कोई प्रभाव नहीं होता।

* ये तीनों परीक्षण अल्डिहाइडोंको कीटोनोंसे पहचाननेमें काम आ सकते हैं।

गुण	फ़ॉर्मेल्डिहाइड	अन्य अल्डिहाइड	कीटोन
2. कार्बोनिल समूहके द्विबन्धनकी संयोजकताओं की सन्तुष्टि			
(*i*) HCN के योगसे	सायनोहाइड्रिन $(H)(H)C(OH)(CN)$	सायनोहाइड्रिन $(R)(H)C(OH)(CN)$	सायनोहाइड्रिन $(R)(R')C(OH)(CN)$
(*ii*) $NaHSO_3$ के योगसे	बाइसल्फ़ाइट यौगिक $(H)(H)C(OH)(SO_3Na)$	बाइसल्फ़ाइट यौगिक $(R)(H)C(OH)(SO_3Na)$	बाइसल्फ़ाइट यौगिक $(R)(R')C(OH)(SO_3Na)$
3. संघनन प्रतिक्रियाएं.			
(*i*) NH_2OH से	संघनन क्रियाफल ऑक्साइम, $(H)(H)C{=}NOH$ बनता है।	संघनन क्रियाफल ऑक्साइम $(R)(H)C{=}NOH$ बनते हैं।	संघनन क्रियाफल ऑक्साइम $(R)(R')C{=}NOH$ बनते हैं।
(*ii*) NH_2NH_2 से	हाइड्रेज़ोन, $(H)(H)C{=}N.NH_2$ बनता है।	हाइड्रेज़ोन, $(R)(H)C{=}N.NH_2$ बनते हैं।	हाइड्रेज़ोन, $(R)(R')C{=}N.NH_2$ बनते हैं।

गुण	फ़ॉर्मल्डिहाइड	अन्य अल्डिहाइड	कीटोन
(*iii*) $H_2NNHC_6H_5$ से	फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन, $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=N\cdot NHC_6H_5$ बनता है।	फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन, $\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\!\!>C=N\cdot NHC_6H_5$ बनते हैं।	फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन, $\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C=N\cdot NHC_6H_5$ बनते हैं।
(*iv*) $H_2N.CO.NH.NH_2$ से	सेमीकार्बेज़ोन, $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=N\cdot NHCONH_2$ बनता है।	सेमीकार्बेज़ोन, $\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\!\!>C=N\cdot NHCONH_2$ बनते हैं।	सेमीकार्बेज़ोन, $\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C=N\cdot NHCONH_2$ बनते हैं।
(*v*) C_2H_5OH से	मेथिलल $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}OC_2H_5\\OC_2H_5\end{matrix}$ बनता है।	एसिटल, $\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}OC_2H_5\\OC_2H_5\end{matrix}$ बनते हैं।	कोई क्रिया नहीं होती।
4. अवकरण (हाइड्रोजनका योग)	$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=O$ → [illegible]	$\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\!\!>C=O \rightarrow \begin{matrix}R\\H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}OH\\H\end{matrix}$	$\begin{matrix}R'\\R\end{matrix}\!\!>C=O \rightarrow \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}[illegible]\\H\end{matrix}$
5. विशेष प्रतिक्रियाएं :	(विशेष विस्थापन, [illegible]	, संघनन और योग) :	
(*i*) PCl_5 से क्रिया	कार्बोनिल समूह[illegible] ऑक्सीजन दो क्लोरीन परमाणुओं द्वारा विस्थापित हो जाती है।	कार्बोनिल समूहकी ऑक्सीजन दो क्लोरीन परमाणुओं द्वारा विस्थापित हो जाती है।	कार्बोनिल समूहकी ऑक्सीजन दो क्लोरीन परमाणुओं द्वारा विस्थापित हो जाती है।

गुण	फ़ॉर्मल्डिहाइड	अन्य अल्डिहाइड	कीटोन
(*ii*) हैलोजनोंसे क्रिया	क्रिया नहीं [illegible]	एल्किल मूलकके हाइड्रोजन क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं।	एल्किल मूलकके हाइड्रोजन क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं।
(*iii*) मन्द क्षारों [$Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ आदि] की उपस्थितिमें।	संघनन [illegible] बनता है।	अल्डॉल संघनन होता है।	अल्डॉल संघनन होता है।
(*iv*) कास्टिक क्षारों [NaOH, KOH आदि] की उपस्थितिमें।	बहुलीकरण नहीं होता। क्षार क्रियामें भाग लेता है। कैनिज़रो प्रतिक्रिया होती है।	बहुलीकरण होता है। पीले रेज़िन बनते हैं।	कोई क्रिया नहीं होती।
(*v*) निर्जलीकारकों [H_2SO_4, HCl(gas) आदि] की उपस्थितिमें।	कोई क्रिया नहीं होती।	बहुलीकरण होता है।	अल्डॉल प्रकारका संघनन होता है।
(*vi*) अमोनियासे प्रतिक्रिया।	संघनन क्रियाफल, हेक्सामेथिलीन टेट्रामीन बनता है।	युक्त यौगिक, अल्डिहाइड अमोनिया बनते हैं।	जटिल संघनन क्रियाफल बनते हैं।
(*vii*) फ़ेनॉलसे प्रतिक्रिया।	संघनन क्रियाफल बेकेलाइट बनता है।	संघनन होता है।	कोई क्रिया नहीं होती।

प्रश्न

1. फ़ॉर्मल्डिहाइड बनानेकी विधि, गुण और उपयोगका वर्णन करो। (उ० प्र० 1948)

2. प्रयोगशालामें एसिटल्डिहाइड बनानेकी एक विधिका वर्णन करो और उपकरणका स्वच्छ चित्र भी खींचो। (उ० प्र० 1958)

3. फ़ॉर्मल्डिहाइड पर पोटैसियम हाइड्रॉक्साइडके घोलकी क्या क्रिया होती है ? (उ० प्र० 1960)

4. 'बहुलीकरण' (polymerisation) और 'संघनन' (condensation) को उदाहरणों सहित समझाओ। (उ० प्र० 1950,51,54,56,58)

5. एसिटल्डिहाइडका रचना-सूत्र लिखो और उसके मुख्य गुणोंका वर्णन करो।

6. एसिटल्डिहाइड, फ़ॉर्मल्डिहाइडसे किन बातोंमें भिन्न है ? इनके बीच पहचान कैसे करोगे ? (उ० प्र० 1955,61)

7. एसिटल्डिहाइडको फ़ार्मल्डिहाइडमें कैसे परिवर्तित करोगे ?

8. एसिटोनका रचना-सूत्र लिखो। इसे बनानेकी विधिका विस्तारसे वर्णन करो और इसके गुण बताओ।

9. किन बातोंमें अल्डिहाइड, कीटोनोंसे मिलते-जुलते हैं और किनमें भिन्न हैं ? इनकी समानता और भिन्नताके कारण बताओ। एसि[illegible] फ़ॉर्मल्डिहाइडसे कैसे भिन्न है ?

10. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखो :

(क) क्लिमेन्शन अवकरण
(ख) कैनिज़रो प्रतिक्रिया
(ग) अल्डॉल संघनन
(घ) रोज[illegible]
(ङ) हैल[illegible]क्रिया

11. निम्नलिखित यौगिक किन पदार्थोंसे किन द[illegible]

(क) यूरोट्रोपीन
(ख) पैराफ़ॉर्म
(ग) मेटाल्डिहाइड
(घ) फ़ोरोन
(ङ) फ़ॉर्मोज़

12. एसिटोनके कल्पनकी आधुनिक विधियोंका वर्णन करो। इसके औद्योगिक उपयोग बताओ।

13. एसिटोन पर सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्या क्रिया होती है ? (उ० प्र० 1958)

14. निम्न प्रतिकारकोंकी एसिटल्डिहाइड पर क्या क्रिया होती है :

(क) हाइड्रोसायनिक अम्ल
(ख) हाइड्रॉक्सिलेमीन
(ग) एथिल अल्कोहल
(घ) सल्फ़्यूरिक अम्ल

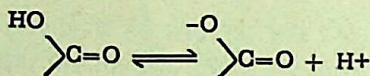
15. एथिल अल्कोहल और एसिटोनमें कैसे भेद करोगे ? (उ० प्र० 1959)

10

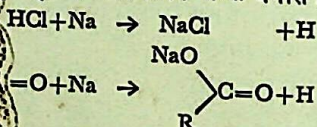
म[illegible]ो-कार्बाक्सिलिक अम्ल

([illegible]Mono-carboxylic Acids)

कार्बोनिल समूह ($>C=O$) की एक संयोजकता यदि हाइड्रॉक्सिल मूलक द्वारा सन्तुष्ट हो तो $^{HO}>C=O$ बनता है जो कार्बोनिल और हाइड्रॉक्सिलके मिले नाम पर कार्बाक्सिल मूलक कहलाता है। जलीय घोलोंमें इसका निम्न प्रकार आयनीकरण हो जाता है :

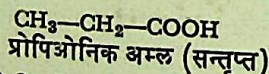
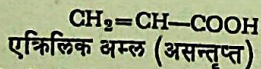
$$\overset{HO}{>}C=O \rightleftharpoons \overset{-O}{>}C=O + H^+$$

अर्थात् यह हाइड्रोजन आयन (H^+) देता है। इसलिए जिन यौगिकोंमें कार्बाक्सिल मूलक होता है वे अम्लोंकी [illegible]रह व्यवहार करते हैं और इसीलिए कार्बाक्सिलिक अम्ल कहे जाते हैं। [illegible]क्सिल मूलकका हाइड्रोजन उसी प्रकार धातुओं द्वारा विस्था[illegible] [illegible]ता है जैसे अकार्बनिक अम्ल बनाते हैं।

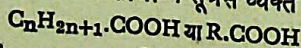
$$HCl + Na \rightarrow NaCl \quad + H$$

$$[illegible]=O + Na \rightarrow \overset{NaO}{\underset{R}{>}}C=O + H$$

किसी का[illegible] अ[illegible]के अणुमें एकसे अधिक कार्बाक्सिल मूलक भी हो सकते हैं। चूंकि एक का[illegible]क्सिल मूलकमें एक विस्थापनीय हाइड्रोजन परमाणु होता है, इसलिए मोनोकार्बाक्सिलिक अम्ल एक भास्मिक, डाइ कार्बाक्सिलिक अम्ल द्वि-भास्मिक और ट्राइकार्बाक्सिलिक अम्ल त्रि-भास्मिक होते हैं।

कार्बाक्सिल समूहसे जुड़ा हुआ हाइड्रोकार्बन मूलक सन्तृप्त या असन्तृप्त हो सकता है जैसे :

$CH_2=CH—COOH$ — एक्रिलिक अम्ल (असन्तृप्त)

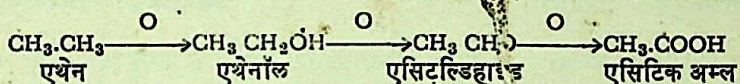
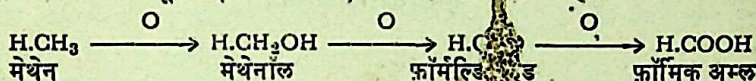
$CH_3—CH_2—COOH$ — प्रोपिओनिक अम्ल (सन्तृप्त)

हम सिर्फ़ ऐसे अम्लोंका ही अध्ययन करेंगे जिनमें कार्बाक्सिल मूलकसे कोई एल्किल समूह (अर्थात् सन्तृप्त हाइड्रोकार्बन मूलक) या हाइड्रोजन परमाणु जुड़ा हो। ऐसे मोनोकार्बाक्सिलिक अम्लोंको निम्न सामान्य सूत्रसे व्यक्त करते हैं।

$$C_nH_{2n+1}.COOH \text{ या } R.COOH$$

जहां $n=0,1,2,3\ldots\ \ldots\ \ldots$ आदि या $R=H$ या कोई एल्किल समूह।

सन्तृप्त मोनो कार्बाक्सिलिक अम्लोंको पैराफ़िनोंके ऐसे ऑक्सीकृत यौगिक

समझा जा सकता है जिनमें पैराफ़िनका एक मेथिल मू[illegible] ($-CH_3$) ऑक्सीकृत होकर कार्बाक्सिल मूलक ($-COOH$) में परिवर्तित [illegible] गया हो।

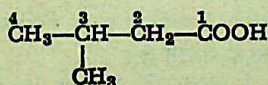
$$\underset{\text{मेथेन}}{H.CH_3} \xrightarrow{O} \underset{\text{मेथेनॉल}}{H.CH_2OH} \xrightarrow{O} \underset{\text{फ़ॉर्मल्डि[illegible]ड}}{H.C[illegible]} \xrightarrow{O} \underset{\text{फ़ॉर्मिक अम्ल}}{H.COOH}$$

$$\underset{\text{एथेन}}{CH_3.CH_3} \xrightarrow{O} \underset{\text{एथेनॉल}}{CH_3\,CH_2OH} \xrightarrow{O} \underset{\text{एसिटल्डिहा[illegible]ड}}{CH_3\,CH[illegible]} \xrightarrow{O} \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3.COOH}$$

इस श्रेणीके कुछ ऊंचे (higher) सदस्योंको पहले प्राकृतिक वसाओं (fats) के जल-विच्छेदनसे प्राप्त किया गया था। ये वसाओंसे मिलते-जुलते भी थे। इसलिए इस श्रेणीके सब अम्लोंका सामूहिक नाम वसीय अम्ल (fatty acids) पड़ गया है किन्तु यह नाम इसलिए ठीक नहीं है कि न तो सभी सदस्य वसाओं जैसे होते हैं और न सब वसाओंसे प्राप्त ही हो सकते हैं। इसलिए इन अम्लोंको 'सन्तृप्त मोनो कार्बाक्सिलिक अम्ल' या 'एल्किल कार्बाक्सिलिक अम्ल' या 'एल्केनोइक अम्ल' कहा जाता है।

जिनेवा नामकरण. किसी सन्तृप्त मोनो कार्बाक्सिलिक अम्लका नाम समान कार्बन परमाणुओंवाले एल्केनके नामके पीछे 'ओइक अम्ल' लगा देनेसे बनता है जैसे CH_3COOH में दो कार्बन परमाणु हैं, इसलिए सम्बद्ध एल्केन 'एथेन' हुआ और अम्लका नाम 'एथेनोइक अम्ल' हुआ। कुछ अ[illegible] अम्लोंके सूत्र और नाम* नीचे दिये गये हैं।

अम्लका सूत्र	प्रचलित नाम	[illegible]म
$H.COOH$	फ़ॉर्मिक अम्ल	[illegible] अम्ल
$CH_3.COOH$	एसिटिक अम्ल	[illegible]इक अ[illegible]
$CH_3.CH_2.COOH$	प्रोपिओनिक अम्ल	[illegible]पिनो[illegible]क अम्ल
$CH_3.CH_2.CH_2.COOH$	ब्युटिरिक अम्ल	[illegible]टेनोइक अंम्ल

* जटिल रचनावाले अम्लोंके नाम लिखनेके लिए अणुमें उपस्थित सबसे लम्बी ऐसी कार्बन श्रृंखलाके परमाणुओंको, जिसमें $-COOH$ समूह भी सम्मिलित हो इस तरह अंकित किया जाता है कि $-COOH$ का कार्बन परमाणु श्रृंखलाका प्रथम परमाणु हो। उदाहरण :

$$\overset{4}{C}H_3-\overset{3}{C}H(CH_3)-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}OOH$$

3—मेथिल ब्यूटेनोइक अम्ल

इसमें उपरोक्त प्रकारकी श्रृंखला चार कार्बन परमाणुओंकी है, इसलिए यह ब्यूटेनका व्युत्पन्न माना जायगा किन्तु C^3 पर एक मेथिल मूलक जुड़ा है इसलिए इसका पूरा नाम 3—मेथिल ब्यूटेनोइक अम्ल है।

फ़ा. मक अम्ल (Formic Acid)
(मेथेनोइक अम्ल)

युक्ति-सूत्र : H.COOH

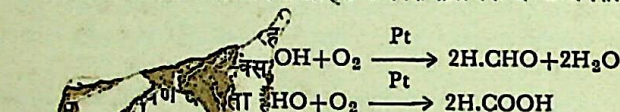
रचना-सूत्र : H—C(=O)—OH

फ़ॉर्मिक अम्लको सब[illegible] पहले लाल चींटियोंके आसवनसे प्राप्त किया गया था। चींटियोंको लैटिन भाषामें फ़ॉर्मिकस (formicus) कहते हैं। इसलिए इस अम्लका नाम फ़ॉर्मिक अम्ल पड़ गया। डंक मारनेवाले कीड़ोंके डंकोंमें भी यह अम्ल पाया जाता है। डंक मार कर ये कीड़े शरीरमें अम्ल प्रवेश करा देते हैं जो जलन और सूजन पैदा करता है। इसकी बहुत थोड़ी मात्रा किसी-किसी पौधेमें भी रहती है।

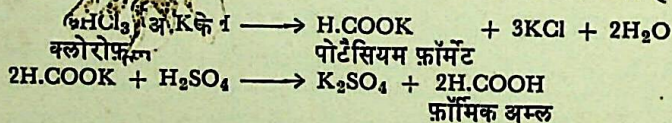
बनानेकी विधियां.

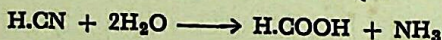
1. **ऑक्सीकरणसे.** मेथेनॉल वाष्प या फ़ॉर्मेल्डिहाइडको हवाके साथ मिलाकर तप्त प्लैटिनम ब्लैक पर प्रवाहित करनेसे फ़ॉर्मिक अम्ल बनता है।

[illegible] OH + O_2 $\xrightarrow{Pt}$ 2H.CHO + $2H_2O$

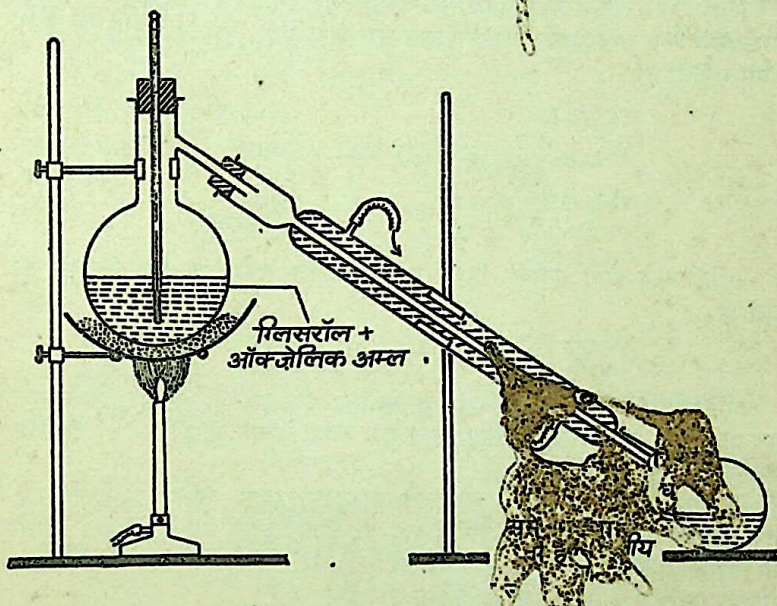
[illegible] HO + O_2 $\xrightarrow{Pt}$ 2H.COOH

[illegible] क्लोरोफ़ॉर्मको कास्टिक पोटाश या कास्टिक सोडाके साथ गर्म करनेसे [illegible] सोडियम फ़ॉर्मेट बनता है। इसको केलासन द्वारा अलग करके [illegible] सल्फ़[illegible] साथ आसवित करनेसे फ़ॉर्मिक अम्ल मिलता है।

$CHCl_3$ + [illegible] KOH $\longrightarrow$ H.COOK + 3KCl + $2H_2O$
क्लोरोफ़ॉर्म — पोटैसियम फ़ॉर्मेट

2H.COOK + H_2SO_4 $\longrightarrow$ K_2SO_4 + 2H.COOH
फ़ॉर्मिक अम्ल

3. **हाइड्रोजन सायनाइडके जल विच्छेदनसे.** हाइड्रोजन सायनाइडके घोलको अम्लों या क्षारोंके साथ उबालनेसे फ़ॉर्मिक अम्ल बनता है।

$$H.CN + 2H_2O \longrightarrow H.COOH + NH_3$$

4. **प्रयोगशाला विधि.** प्रयोगशालामें फ़ॉर्मिक अम्ल निर्जल ग्लिसरॉल और केलासीय ऑक्ज़ेलिक अम्ल को गर्म करके बनाते हैं।

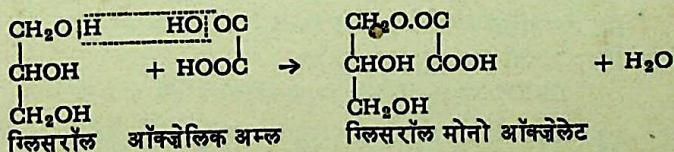
एक वाष्पन प्याली (evaporating dish) में 30 ग्राम ग्लिसरॉल लेकर उसे रेणु-ऊष्मक पर 175-180°C तक गर्म करो। इससे ग्लिसरॉल निर्जल हो जायगा। एक आसवन फ़्लास्कमें निर्जल ग्लिसरॉल और ऑक्ज़ेलिक अम्लकी बराबर संहति लेकर रेणु-ऊष्मक पर धीरे-धीरे 110°C तक गर्म करो (थर्मामीटरका बल्ब द्रवमें डूबा रहना चाहिए)। तापको 110°C से नीचे तब तक न गिरने दो जब तक कार्बन डाइ-

ऑक्साइडका निकलना बन्द न हो जाय [यह द्रवमें [illegible]वाली बुदबुदाहट (effervescence) से मालूम होगा]। अब मिश्रणको 80°-9[illegible]°C तक ठण्डा करके लगभग 20 ग्राम केलासीय ऑक्ज़ेलिक अम्ल [$(COOH)_2.2H_2O$] और डालो और ताप फिर 110°C तक पहुँचा दो। फ़ॉर्मिक अम्लका जली[illegible]ोल आसवित होकर प्रापक (receiver) में एकत्र होता है।

चित्र 30. फ़ॉर्मिक अम्ल बनानेकी प्रयोगशाली [illegible]धि।

प्रतिक्रिया तीन पदोंमें पूरी होती है।

(*i*) ग्लिसरॉल और ऑक्ज़ेलिक अम्लकी क्रियासे ग्लिसरॉल मोनो ऑक्ज़ेलेट बनता है।

$$\begin{matrix} CH_2O|H & & HO|OC & & CH_2O.OC & & \\ | & & | & & | \quad\quad | & & \\ CHOH & + & HOOC & \rightarrow & CHOH \;\; COOH & + & H_2O \\ | & & & & | & & \\ CH_2OH & & & & CH_2OH & & \end{matrix}$$

ग्लिसरॉल   ऑक्ज़ेलिक अम्ल   ग्लिसरॉल मोनो ऑक्ज़ेलेट

(*ii*) ग्लिसरॉल मोनो ऑक्ज़ेलेट कार्बन डाइ ऑक्साइड और ग्लिसरॉल मोनो फ़ॉर्मेट में विच्छेदित हो जाता है।

$$\begin{array}{l} CH_2.OOC \\ | \\ CH.OH\ \boxed{COO}\ H \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{110°C} \begin{array}{l} CH_2.OOCH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + CO_2$$

ग्लिसरॉल मोनो-फ़ॉर्मेट

(*iii*) ग्लिसरॉल मोनोफ़ॉर्मेटके जलविच्छेदन द्वारा फ़ॉर्मिक अम्ल बनता है। जल विच्छेदनके लिए आवश्यक जल ऑक्ज़ेलिक अम्लके केलासों $[(COOH)_2 \cdot 2H_2O]$ से प्राप्त होता है।

$$\begin{array}{l} CH_2O.OCH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{array} + H_2O \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2.OH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \end{array} + H.COOH$$

ग्लिसरॉल　　फ़ॉर्मिक अम्ल

प्रतिक्रियाके तीनों पदोंको मिला देनेसे संक्षिप्त समीकरण निम्नलिखित हो जाता है :

$$H\ \boxed{OOC}-COOH \longrightarrow H-COOH + CO_2$$

चूंकि इस प्रतिक्रिया [illegible]में ग्लिसरॉल पुनः बन जाता है इसलिए इसका एक बार डा[illegible] काफ़ी होना चाहिए किन्तु कुछ पॉर्श्व क्रियाएं भी होती हैं। इसलिए ग्लिसर[illegible] H[illegible] है।

[illegible] सोडियम हाइड्रॉक्साइडको कार्बन मोनॉक्साइडके साथ बन्द [illegible] =8 वायुमण्डलीय दाब पर 200°C तक गर्म करते है। इससे सोडियम फ़ॉर्मेट [illegible] को शुद्ध फ़ॉर्मिक अम्ल मिले सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ आसवित करनेसे फ़ॉर्मिक अम्लका जलीय घोल मिलता है।

(क) $H-ONa + CO \xrightarrow[8\ \text{वा० म० दाब}]{200°C} H.COONa$

सोडियम फ़ॉर्मेट

(ख) $2H.COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2H.COOH + Na_2SO_4$

फ़ॉर्मिक अम्ल

यदि सल्फ़्यूरिक अम्लमें फ़ॉर्मिक अम्ल न मिला हो तो वह सोडियम फ़ॉर्मेट विच्छेदित कर देता है।

$$2HCOONa + H_2SO_4 \rightarrow 2CO + 2H_2O + Na_2SO_4$$

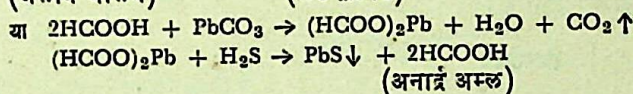
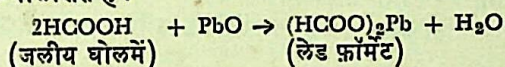
शुद्ध निर्जल फ़ॉर्मिक अम्ल प्राप्त करना. इन विधियोंसे फ़ॉर्मिक अम्लका जलीय घोल मिलता है। इससे फ़ॉर्मिक अम्ल प्रभाजक आसवन द्वारा नहीं पाया जा सकता क्योंकि फ़ॉर्मिक अम्ल और पानीके क्वथनांकमें बहुत कम अन्तर है। (फ़ॉर्मिक अम्ल का क्वथनांक=100·5°C)।

फॉर्मिक अम्लके जलीय घोलको लिथार्ज (PbO) या लेड कार्बोनेटके साथ गर्म करके लेड फ़ॉर्मेट बना लिया जाता है। छनितका वाष्पन करनेसे लेड फ़ॉर्मेटके रवे मिलते हैं। शुष्क रवोंको एक नलीमें रखकर उन परसे सूखी हाइड्रोजन सल्फ़ाइड गैस प्रवाहित करते हैं। इससे लेड सल्फ़ाइड और फ़ॉर्मिक अम्ल बनते हैं।

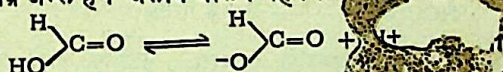
नलीको तिरछा करके अम्लको दूसरे बर्तनमें गिरा लिया जाता है और ठोस लेड सल्फ़ाइड नलीमें ही रह जाता है। इस अम्लमें थोड़ा लेड फ़ॉर्मेट मिलाकर इसको आसवित करते हैं ताकि अम्लमें यदि थोड़ी बहुत हाइड्रोजन सल्फ़ाइड घुली हुई हो तो वह भी लेड सल्फ़ाइडके रूपमें अवक्षेपित होकर अलग हो जाय। प्रतिक्रियाओंके समीकरण निम्नलिखित हैं :

$$\underset{\text{(जलीय घोलमें)}}{2HCOOH} + PbO \rightarrow \underset{\text{(लेड फ़ॉर्मेट)}}{(HCOO)_2Pb} + H_2O$$

या $$2HCOOH + PbCO_3 \rightarrow (HCOO)_2Pb + H_2O + CO_2\uparrow$$

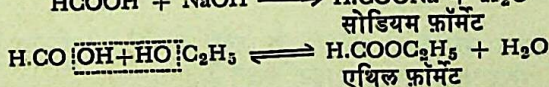
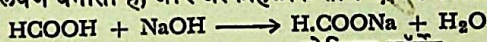
$$(HCOO)_2Pb + H_2S \rightarrow PbS\downarrow + \underset{\text{(अनार्द्र अम्ल)}}{2HCOOH}$$

गुण.

यह एक रंगहीन जलग्राही द्रव है। इसका क्वथनांक 100·5°C है। यह पानी और एथेनॉलके साथ पूरी तरह मिलनशील है। यह एसिटिक अम्लसे लगभग 12 गुना अधिक तीव्र अम्ल है। जलीय घोलमें यह निम्न प्रकार आयनित होता है :

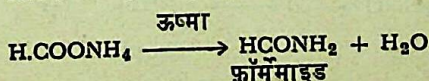
$$\begin{matrix}H\\HO\end{matrix}\!\!>C=O \rightleftharpoons \begin{matrix}H\\{}^{-}O\end{matrix}\!\!>C=O + H^+$$

जो प्रतिक्रियाएं कार्बाक्सिलिक मूलकके कारण होती हैं उनमें यह अम्ल, एसिटिक अम्ल व अन्य एल्किल कार्बाक्सिलिक अम्लों जैसा व्यवहार करता है। जैसे :

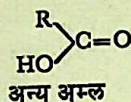
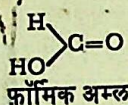
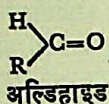
(क) यह धातुओं, धातुई ऑक्साइडों, हाइड्रॉक्साइडों और कार्बोनेटोंके साथ प्रतिक्रिया करके लवण बनाता है, और अल्कोहलोंके साथ एस्टर बनाता है।

$$HCOOH + NaOH \longrightarrow \underset{\text{सोडियम फ़ॉर्मेट}}{H.COONa} + H_2O$$

$$H.CO\,\boxed{OH + HO}\,C_2H_5 \rightleftharpoons \underset{\text{एथिल फ़ॉर्मेट}}{H.COOC_2H_5} + H_2O$$

(ख) अमोनियासे प्रतिक्रिया करके साधारण ताप पर अमोनियम फ़ॉर्मेट और गर्म करने पर फ़ॉर्मेमाइड देता है।

$$H.COOH + NH_3 \rightarrow HCOONH_4$$

$$H.COONH_4 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \underset{\text{फ़ॉर्मेमाइड}}{HCONH_2} + H_2O$$

कुछ प्रतिक्रियाओंमें यह अपनी श्रेणीके अन्य सदस्योंसे भिन्न, अल्डिहाइडोंके समान व्यवहार करता है। इसका कारण अल्डिहाइडोंसे मिलनेवाली इसकी रचना है।

$$\underset{\text{अल्डिहाइड}}{\begin{matrix}H \\ R\end{matrix}\!\!>C=O} \qquad \underset{\text{फ़ॉर्मिक अम्ल}}{\begin{matrix}H \\ HO\end{matrix}\!\!>C=O} \qquad \underset{\text{अन्य अम्ल}}{\begin{matrix}R \\ HO\end{matrix}\!\!>C=O}$$

सूत्रसे स्पष्ट है कि फ़ॉर्मिक अम्लमें अल्डिहाइड समूह ($^{H}\!\!>C=O$) उपस्थित है जिसके कारण यह अल्डिहाइडोंके समान तीव्र अवकारक है (अन्य सदस्योंसे अन्तर)।

अन्य अम्लोंके विपरीत फ़ॉर्मिक अम्लमें एल्किल समूह नहीं है, इसलिए यह उन सब प्रतिक्रियाओंसे वंचित है जिनमें अन्य अम्ल एल्किल समूहकी उपस्थितिके कारण भाग लेते हैं (उदाहरणार्थ हैलोजनीकरण)।

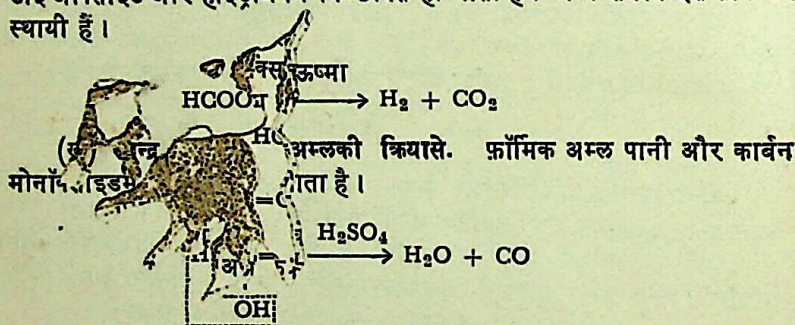
यहां हम ऐसी प्रतिक्रियाओंका वर्णन करेंगे जो फ़ॉर्मिक अम्ल द्वारा विशेष रूपसे प्रदर्शित होती हैं।

1. विच्छेदन.

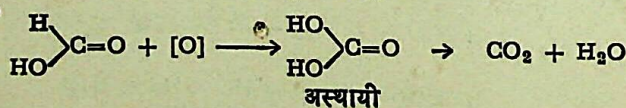
(क) ऊष्मा द्वारा. 150°-160°C तक गर्म करनेसे फ़ॉर्मिक अम्ल कार्बन डाइ ऑक्साइड और हाइड्रोजनमें विच्छेदित हो जाता है। अन्य सदस्य इस ताप पर स्थायी हैं।

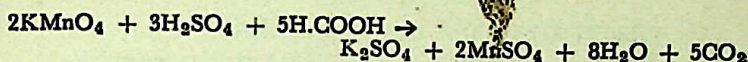
$$HCOOH \xrightarrow{\text{[illegible]ऊष्मा}} H_2 + CO_2$$

(ख) [illegible] अम्लकी क्रियासे. फ़ॉर्मिक अम्ल पानी और कार्बन मोनॉक्साइड[illegible] [illegible]ता है।

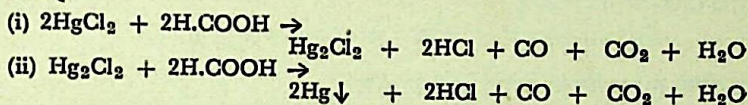
$$[illegible] \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO$$

अन्य अम्ल सल्फ़्यूरिक अम्लसे तो नहीं, लेकिन फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टॉक्साइडसे निर्जलीकृत होकर 'अम्ल अनहाइड्राइड' बनाते हैं

2. ऑक्सीकरण. कार्बनसे सीधे संयुक्त हाइड्रोजनकी उपस्थितिके कारण फ़ॉर्मिक अम्ल सरलतासे ऑक्सीकृत हो जाता है।

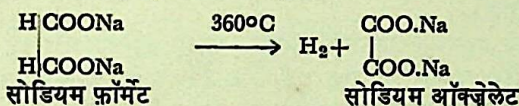
$$\begin{matrix}H \\ HO\end{matrix}\!\!>C=O + [O] \longrightarrow \underset{\text{अस्थायी}}{\begin{matrix}HO \\ HO\end{matrix}\!\!>C=O} \rightarrow CO_2 + H_2O$$

इसलिए यह फ़ेहलिंग के घोलको अवकृत करके क्यूप्रस ऑक्साइड (Cu_2O) और सिल्वर नाइट्रेटके अमोनियाकल घोलको अवकृत करके सिल्वर दर्पण बनाता है। यह पोटैसियम परमैंगनेटके उदासीन, क्षारीय या अम्लीय घोलोंको भी अवकृत कर देता है।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H.COOH \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5CO_2$$

यह मर्क्यूरिक क्लोराइड ($HgCl_2$) को दो पदोंमें अवकृत करके मर्करी अवक्षेपित कर देता है।

(i) $2HgCl_2 + 2H.COOH \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2HCl + CO + CO_2 + H_2O$

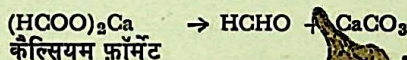
(ii) $Hg_2Cl_2 + 2H.COOH \rightarrow 2Hg\downarrow + 2HCl + CO + CO_2 + H_2O$

3. फ़ॉर्मिक अम्लके सोडियम लवणको लगभग 360°C तक गर्म करनेसे सोडियम ऑक्ज़ेलेट और हाइड्रोजन बनते हैं।

$$\begin{matrix} H|COONa \\ H|COONa \end{matrix} \xrightarrow{360^\circ C} H_2 + \begin{matrix} COO.Na \\ | \\ COO.Na \end{matrix}$$

सोडियम फ़ॉर्मेट　　　　　　　　सोडियम ऑक्ज़ेलेट

अन्य अम्लोंके सोडियम लवण स्थायी हैं।

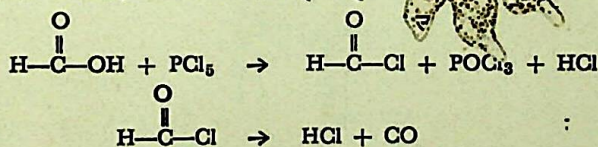
4. कैल्सियम, बेरियम या थोरियम लवण को गर्म करनेसे फ़ॉर्मल्डिहाइड बनता है।

$$(HCOO)_2Ca \rightarrow HCHO + CaCO_3$$

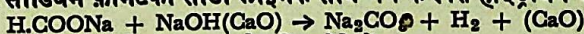
कैल्सियम फ़ॉर्मेट

अन्य अम्लोंके लवण कीटोन बनाते हैं।

5. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टा क्लोराइड, फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइ[illegible] या [illegible]निल क्लोराइड ($SOCl_2$) की क्रिया से फ़ॉर्मिल क्लोराइड [illegible] साधारण ताप पर यह यौगिक अस्थायी होनेके कारण विच्छेदित हो जात[illegible] [illegible]ऑक्साइड तथा हाइड्रोजन क्लोराइडका मिश्रण प्राप्त होता है:

$$H{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}OH + PCl_5 \rightarrow H{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}Cl + POCl_3 + HCl$$

$$H{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}Cl \rightarrow HCl + CO$$

अन्य अम्लोंकी दशामें साधारण ताप पर भी 'अम्ल क्लोराइड' प्राप्त होते हैं क्योंकि ये स्थायी हैं।

6. सोडियम फ़ॉर्मेटको सोडा लाइमके साथ गर्म करनेसे हाइड्रोजन बनती है:

$$H.COONa + NaOH(CaO) \rightarrow Na_2CO_3 + H_2 + (CaO)$$

अन्य अम्लोंके सोडियम लवण पैराफ़िन देते हैं।

उपयोग.

1. इसका फलोंके रसोंके सुरक्षणमें उपयोग किया जाता है।
2. चमड़ेकी कमाई (tanning) में और रबरके स्कन्दनमें इसका इस्तेमाल होता है।
3. कृत्रिम रंगों (dyes) के बनानेमें भी इसका उपयोग होता है।

4. गठियाकी औषधके रूपमें इसका थोड़ा इस्तेमाल होता है।

5. ईस्ट (yeast) की वृद्धि (growth) को यह उत्प्रेरित करता है।

6. इससे निकिल फ़ॉर्मेट बनाया जाता है जो तेलोंके हाइड्रोजनीकरणमें उत्प्रेरकका काम करता है।

7. सोडियम फ़ॉर्मेटसे ऑक्ज़ेलिक अम्ल बनाया जाता है।

फ़ॉर्मिक अम्ल और फ़ॉर्मेटोंके लिए परीक्षण.

1. फ़ॉर्मिक अम्ल या इसके किसी लवणको सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करते हैं तो कार्बन मोनॉक्साइड बनती है जिसको परखनलीके मुँह पर जलानेसे नीली लौ उत्पन्न होती है।

2. फ़ॉर्मिक अम्ल या फ़ॉर्मेटोंके उदासीन घोलमें फ़ेरिक क्लोराइड ($FeCl_3$) के तनु और उदासीन घोलकी दो तीन बूंदें मिलानेसे गहरा लाल रंग उत्पन्न होता है और गर्म करनेसे 'भास्मिक फ़ेरिक फ़ॉर्मेट' का भूरा अवक्षेप बनता है।

3. **नाइट्रोप्रुसाइड परीक्षण.** एक परखनलीमें फ़ॉर्मिक अम्लके घोलको सोडियम बाइ सल्फ़ाइटके साथ गर्म करो। उसमें सोडियम नाइट्रोप्रुसाइडके ताज़े घोलकी दो-तीन बूंदें डालो। घोल हरे नीले रंगका हो जायगा।

परीक्षण (1) को एसि[illegible]क अम्लसे पहचाननेके लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। अल्डिहाइडोंसे[illegible]स करनेके लिए परीक्षण (1) और (2) का उपयोग करते हैं।

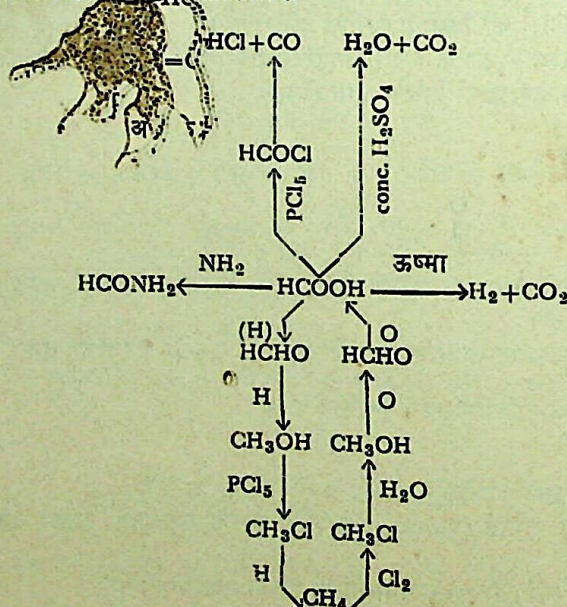
फ़ॉर्मिक अम्लकी प्रतिक्रियाओंका चित्र.

$$HCOOH \xrightarrow{PCl_5} HCOCl \longrightarrow HCl + CO$$

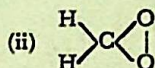
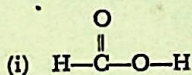
$$HCOOH \xrightarrow{\text{conc. } H_2SO_4} H_2O + CO_2$$

$$HCONH_2 \xleftarrow{NH_2} HCOOH \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} H_2 + CO_2$$

$$HCOOH \xrightarrow{(H)} HCHO \xrightarrow{H} CH_3OH \xrightarrow{PCl_5} CH_3Cl \xrightarrow{H} CH_4$$

$$CH_4 \xrightarrow{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow{H_2O} CH_3OH \xrightarrow{O} HCHO \xrightarrow{O} HCOOH$$

रचना.

1. फ़ॉर्मिक अम्लका अणु सूत्र CH_2O_2 है। कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन की संयोजकता क्रमश: चार, एक और दो मानकर इसके दो रचना-सूत्र लिखे जा सकते हैं।

(i) H—C(=O)—O—H (ii) $H_2C<$ (O—O वलय)

2. सोडियमकी क्रियासे केवल एक हाइड्रोजन परमाणुका प्रतिस्थापित होना एक हाइड्रोजन परमाणुकी स्थितिका दूसरे हाइड्रोजन परमाणुकी स्थितिसे भिन्न होना बताता है लेकिन सूत्र (*ii*) में दोनों हाइड्रोजन परमाणुओंकी स्थितिमें कोई अन्तर नहीं है। सूत्र (*i*) में दोनों हाइड्रोजन परमाणुओंकी स्थिति भिन्न है। अतः सूत्र (*i*) सूत्र (*ii*) से अधिक उपयुक्त है।

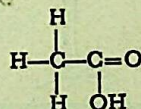
3. फ़ॉर्मिक अम्लका अल्डिहाइडों जैसा व्यवहार (अमोनियाकल सिल्वर नाइट्रेट और फ़ेहलिंगके घोलका अवकरण) इसके अणुमें —CHO समूहकी उपस्थितिका संकेत है। यह बात सूत्र (*i*) के पक्षमें है।

4. फ़ॉर्मिक अम्ल और एसिटिक अम्लके अम्लीय गुणोंकी समानता सूत्र (*i*) की पुष्टि करती है क्योंकि इसमें भी एसिटिक अम्लकी तरह एक कार्बोक्सिल मूलक है।

अतः सूत्र (*i*) फ़ॉर्मिक अम्लका सही रचना-सूत्र है।

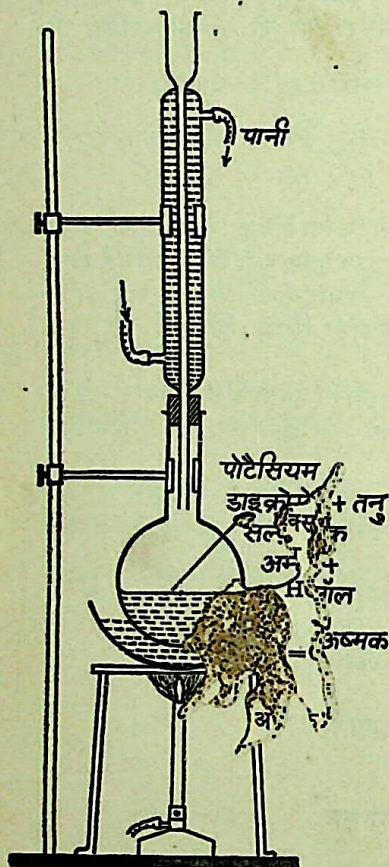
एसिटिक अम्ल (Acetic Acid)

(एथेनोइक अम्ल)

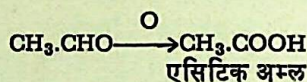
युक्ति-सूत्र : CH_3COOH **रचना सूत्र :** H—C(H)(H)—C(=O)—OH

एसिटिक अम्ल सिरकेका प्रधान अंग है। इस रूपमें यह प्राचीन समयसे ज्ञात है। कुछ फलोंके रसमें भी यह होता है। ग्लिसरॉल और अन्य अल्कोहलोंके एस्टरोंके रूपमें यह कई सुगन्धित तेलोंमें पाया जाता है।

बनानेकी विधियां.

1. **प्रयोगशाला विधि.** पोटैसियम डाइक्रोमेट और तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल द्वारा ऑक्सीजन तैयार कर इस ऑक्सीजनसे एथेनॉल या एसिटल्डिहाइडको ऑक्सीकृत करके एसिटिक अम्लमें बदल देते हैं।

चित्र 31 के अनुसार संघनित्र लगाओ। फ्लास्कमें रखे पोटैसियम डाइक्रोमेटके अम्लीय घोल और एथेनॉलके मिश्रणको गर्म करो। एथेनॉल ऑक्सीकृत होकर एसिटल्डिहाइड बनेगा और एसिटल्डिहाइड ऑक्सीकृत होकर एसिटिक अम्ल बन जायेगा। इसे प्रभाजक आसवन द्वारा अलग कर लो।

चित्र 31. एसिटिक अम्ल बनानेकी प्रयोगशाला विधि।

$$CH_3.CH_2.OH \xrightarrow{O}$$

$$CH_3.CHO \xrightarrow{O} CH_3.COOH$$

एसिटिक अम्ल

2. **मेथिल सायनाइडके जल-विच्छेदनसे.** जल-विच्छेदन करनेके लिए मेथिल सायनाइडको अकार्बनिक अम्ल या तनु क्षारके साथ गर्म करते हैं। अम्लका उपयोग करनेसे एसिटिक अम्ल स्वयं प्राप्त होता है और क्षार (सोडियम या पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड) का उपयोग करनेसे एसिटिक अम्लका सोडियम या पोटैसियम लवण बनता है :

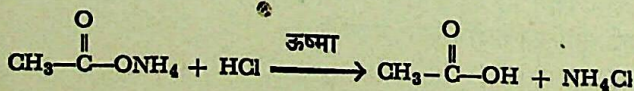
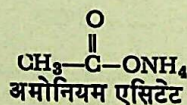
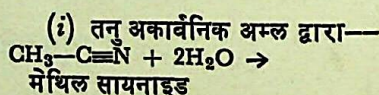
(*i*) तनु अकार्बनिक अम्ल द्वारा—

$$CH_3—C{\equiv}N + 2H_2O \rightarrow$$

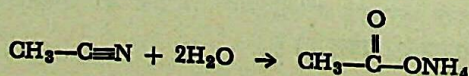
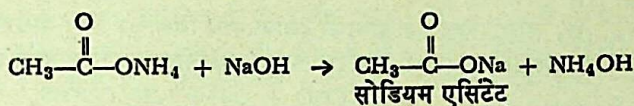
मेथिल सायनाइड

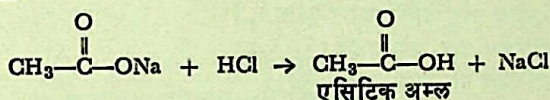
$$CH_3—\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}—ONH_4$$

अमोनियम एसिटेट

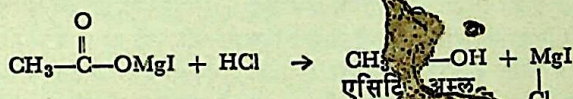
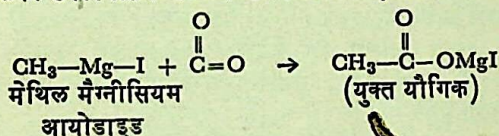
$$CH_3—\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}—ONH_4 + HCl \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CH_3—\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}—OH + NH_4Cl$$

(*ii*) तनु क्षार (सोडियम या पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड) द्वारा—

$$CH_3—C{\equiv}N + 2H_2O \rightarrow CH_3—\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}—ONH_4$$

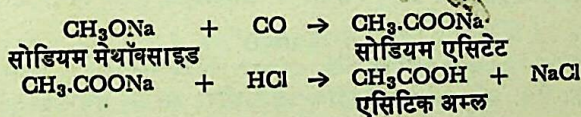
$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONH_4 + NaOH \rightarrow \underset{\text{सोडियम एसिटेट}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa} + NH_4OH$$

एसिटिक अम्लके सोडियम (या पोटैसियम) लवण पर अकार्बनिक अम्ल (जैसे हाइड्रोक्लोरिक या सल्फ़्यूरिक अम्ल आदि) की क्रियासे एसिटिक अम्ल मुक्त हो जाता है—

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + HCl \rightarrow \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH} + NaCl$$

3. ग्रिग्नार्ड प्रतिकारकसे. ग्रिग्नार्ड प्रतिकारक (मेथिल मैग्नीसियम आयोडाइड) और कार्बन डाइ ऑक्साइडकी प्रतिक्रियासे बने युक्त यौगिकका हाइड्रोक्लोरिक या सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें जल-विच्छेदन करनेसे एसिटिक अम्ल बनता है—

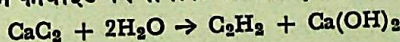
$$\underset{\text{मेथिल मैग्नीसियम आयोडाइड}}{CH_3-Mg-I} + \overset{\overset{O}{\|}}{C}=O \rightarrow \underset{\text{(युक्त यौगिक)}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OMgI}$$

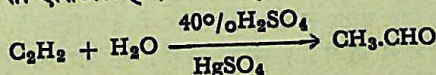
$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OMgI + HCl \rightarrow \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3-C-OH} + \underset{\underset{Cl}{|}}{MgI}$$

4. सोडियम मेथॉक्साइडको कार्बन मोनॉक्साइडके [illegible] ण्डलीय दाब अधिक दाब (लगभग आठ वा० म०) पर गर्म करनेसे सो[illegible]ट प्राप्त होता है। तनु अकार्बनिक अम्लकी क्रिया द्वारा सोडियम एसि[illegible] अम्ल मुक्त हो जाता है—

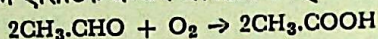
$$\underset{\text{सोडियम मेथॉक्साइड}}{CH_3ONa} + CO \rightarrow \underset{\text{सोडियम एसिटेट}}{CH_3.COONa}$$

$$CH_3.COONa + HCl \rightarrow \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3COOH} + NaCl$$

5. कल्पन. कल्पनके लिए हमेशा वह विधि अपनायी जाती है जिससे पदार्थ कमसे कम लागतमें तैयार हो सके। इसीलिए एसिटिक अम्लको **कैल्सियम कार्बाइड** से बनाते हैं जो एक सस्ता पदार्थ है।

(क) कैल्सियम कार्बाइड पर पानीकी क्रियासे एसिटिलीन बनाते हैं।

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

(ख) एसिटिलीनको मर्क्यूरिक सल्फ़ेटकी उपस्थितिमें, सल्फ़्यूरिक अम्लमें प्रवाहित करते हैं तो एसिटल्डिहाइड बनता है।

$$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[HgSO_4]{40\%H_2SO_4} CH_3.CHO$$

(ग) एसिटल्डिहाइड वाष्पको हवाके साथ मिलाकर तप्त उत्प्रेरक पर प्रवाहित करनेसे एसिटल्डिहाइडका एसिटिक अम्लमें ऑक्सीकरण हो जाता है।

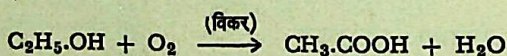
$$2CH_3.CHO + O_2 \rightarrow 2CH_3.COOH$$

उत्प्रेरक निम्नलिखितमें से कोई भी हो सकता है :

मैंगनस एसिटेट [$(CH_3.COO)_2Mn$]
मैंगनीज़ डाइ ऑक्साइड [MnO_2]
सिलिकन डाइ ऑक्साइड (SiO_2)
वैनेडियम पेण्टॉक्साइड (V_2O_5)

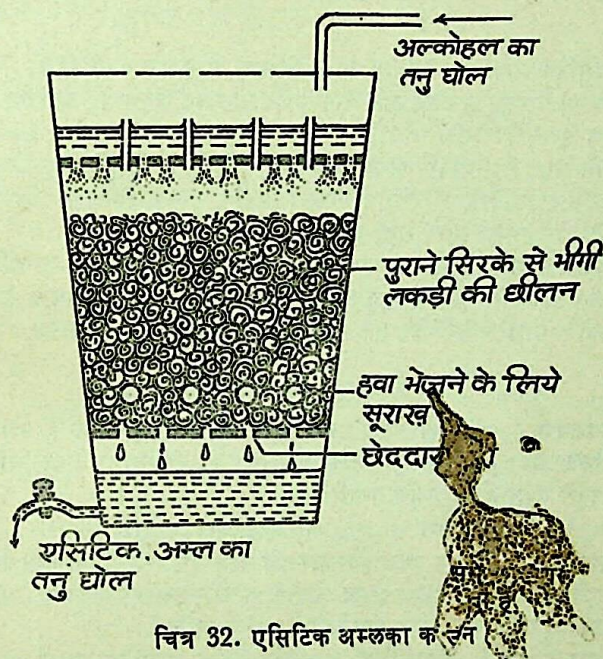
यह एसिटिक अम्लके कल्पनकी सबसे अच्छी और नवीनतम विधि है।

6. **किण्वन द्वारा कल्पन.** इस विधिसे असलमें सिरका बनाया जाता है जो एसिटिक अम्लका पानीमें बहुत तनु (लगभग 6–10%) घोल है। इसमें अन्य कार्बनिक अम्ल, एस्टर आदि अशुद्धियां उपस्थित रहती हैं। इन सबकी उपस्थिति ही सिरकेको उसका स्वाद देती है। अचार बनानेमें और सफ़ेदा (white lead) बनानेमें इसका इसी रूप में उपयोग होता है। इससे शुद्ध एसिटिक अम्ल नहीं प्राप्त किया जाता क्योंकि वह बहुत मँहगा पड़ता है।

सिरकेको आमतौर[illegible] शीरेसे बनाते हैं। शीरा गन्नेका वह रस है जिसमेंसे शकर जितनी निकाली जा [illegible] है उतनी निकाल ली गयी हो। शीरेको पानी मिलाकर पतला कर लेते हैं और [illegible]में ईस्ट (yeast) मिलाते हैं। ईस्टकी कोशाओंमें उपस्थित माल्टेज़ और [illegible]कर (enzymes) शकरका किण्वन करके उसे एथेनॉलमें परिणत कर[illegible] रह एथेनॉलका 6–10% घोल मिलता है (देखो एथेनॉलका कल्पन पृष्ठ [illegible]वत द्रावमें हवा प्रवाहित करते हैं। हवामें माइकोडरमा एसिटाई ना[illegible] [illegible]शा मौजूद रहते हैं। इनकी कोशाओंमें एक विकर होता है जो हवाकी ऑक्स[illegible]न द्वारा एथेनॉलको ऑक्सीकृत करके एसिटिक अम्लमें परिणत

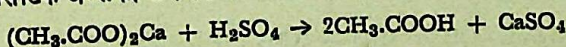
$$C_2H_5.OH + O_2 \xrightarrow{(\text{विकर})} CH_3.COOH + H_2O$$

कर देता है। यदि हम एक मिट्टीके घड़ेमें शीरा भरकर उसमें ईस्ट मिलाकर रख दें तो किण्वन द्वारा सिरका तैयार होनेमें लगभग तीन महीने लग जाते हैं क्योंकि द्रावसे हवाका सम्पर्क अच्छी तरह नहीं हो पाता। इसके लिए एक विशेष प्रकारका प्रबन्ध किया जाता है जिससे सिरका जल्दी तैयार हो सके। इस विधि को **'शीघ्र सिरका विधि'** या quick vinegar process कहते हैं।

शीघ्र सिरका विधि. चित्र 32 में दिये गये रूपवाले लकड़ीके बड़े-बड़े ढोल बनाये जाते हैं। इनमें लकड़ीकी छीलनको पुराने सिरकेसे भिगोकर भर देते हैं। पुराने सिरकेमें माइकोडरमा एसिटाई जीवाणु बहुतायतसे होता है। लकड़ीकी छीलन पर एथिल अल्कोहलका तनु घोल (जिसमें कुछ अकार्बनिक लवण भी मिले होते हैं) धीरे-धीरे टपकाया जाता है और डिब्बोंके निचले हिस्सेमें किये गये सूराखोंसे हवाकी धारा ऊपर भेजी जाती है। अल्कोहलके ऑक्सीकरणसे एसिटिक अम्ल बनता

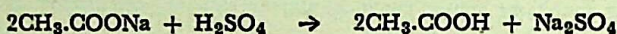
है और साथ ही ऊष्मा भी उत्पन्न होती है लेकिन तापको 30°-35°C के बीच ही नियंत्रित किया जाता है क्योंकि इससे अधिक ताप पर जीवाणु नष्ट हो जाते हैं और किण्वन प्रक्रिया रुक जाती है। लकड़ीकी छीलनका काम द्रवको अधिक सतह पर फैलाना है जिससे यह अधिक हवाके सम्पर्कमें आये और ऑक्सीकरण जल्दी हो।

चित्र 32. एसिटिक अम्लका क...न

छीलन जीवाणुओंका भोजन भी है, इसलिए उनकी वृद्धिमें सहायक होती है। इस विधि से एसिटिक अम्लका बहुत तनु घोल प्राप्त होता है क्योंकि 14% से अधिक सान्द्रताके अम्लकी उपस्थितिमें जीवाणु नष्ट हो जाते हैं।

पाइरोलिग्नियस अम्लसे प्राप्ति. लकड़ीके भंजक आसवन (destructive distillation) से प्राप्त 'पाइरोलिग्नियस अम्ल' में चारसे दस प्रतिशत तक एसिटिक अम्ल होता है। इसकी वाष्पको उबलते हुए चूनेके पानीमें प्रवाहित करनेसे कैल्सियम एसिटेट अवक्षेपित हो जाता है जिसको पृथक करके सल्फ्यूरिक अम्लके साथ आसवित करनेसे एसिटिक अम्लका लगभग 40-60% सान्द्रताका घोल मिलता है।

$$(CH_3.COO)_2Ca + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3.COOH + CaSO_4$$

शुद्ध एसिटिक अम्ल बनाना. ऊपरकी विधियोंसे प्राप्त हुए अशुद्ध अम्लको कास्टिक सोडा या सोडियम कार्बोनेटसे उदासीन करके सोडियम एसिटेट ($CH_3.COONa.3H_2O$) के रवे प्राप्त किये जाते हैं। इन रवोंको गर्म करके इनका

केलासन जल (water of crystallisation) निकाल दिया जाता है। अनार्द्र सोडियम एसिटेटको सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ आसवित करनेसे बिल्कुल शुद्ध एसिटिक अम्ल जिसे ग्लेशल एसिटिक अम्ल कहते हैं, प्राप्त होता है।

$$2CH_3.COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3.COOH + Na_2SO_4$$

गुण.

शुद्ध एसिटिक अम्ल एक रंगहीन द्रव है जिसका क्वथनांक 118°C है। 17°C से नीचे ठण्डा करने पर यह जमकर बर्फ़ जैसा सफ़ेद ठोस बन जाता है; इसलिए बिल्कुल शुद्ध एसिटिक अम्लको ग्लेशल एसिटिक अम्ल (glacial acetic acid; glacial= बर्फ़ जैसा) भी कहते हैं। पानी, अल्कोहल और ईथरके साथ यह पूरी तरह मिलनशील है। यह गन्धक, फ़ॉस्फ़ोरस और आयोडीनका अच्छा घोलक है। इसमें सिरके जैसी गन्ध होती है और इसका स्वाद खट्टा होता है।

1. **ऑक्सीकरण.** एसिटिक अम्ल (सामान्यतः कोई भी एल्किल कार्बाक्सिलिक अम्ल) सरलतासे ऑक्सीकृत नहीं होता (फ़ॉर्मिक अम्ल इसका अपवाद है) किन्तु ऑक्सीकारकोंके साथ अधिक देर तक गर्म करनेसे कार्बन डाइऑक्साइड और पानी बनता है।

$$CH_3.COOH + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

2. **अवकरण.** एसिटिक अम्ल पर साधारण अवकारकोंका कोई प्रभाव नहीं पड़ता। इसकी वाष्प और हाइड्रोजनके मिश्रणको सूक्ष्म वितरित तप्त निकिल पर प्रवाहित करनेसे बहुत थोड़ी एथेन बनती है—

$$CH_3.COOH + 3H_2 \rightarrow CH_3.CH_3 + 2H_2O$$

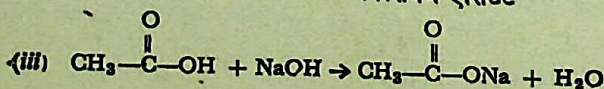
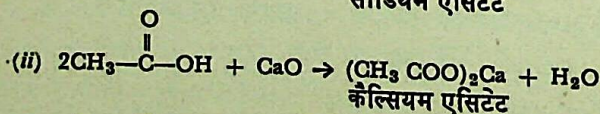
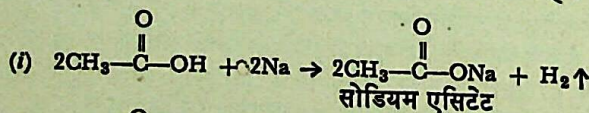
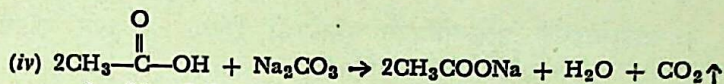
हाइड्रियॉडिक अम्ल और लाल फ़ॉस्फ़ोरसके साथ गर्म करनेसे भी यही प्रतिक्रिया होती है। एल्किल कार्बाक्सिलिक अम्ल श्रेणीके ऊंचे सदस्योंका अवकरण आसानीसे होता है; इसलिए यह ऊंचे ऐल्केन बनानेकी उपयोगी विधि है।

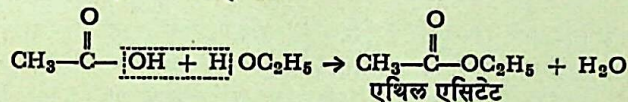
3. **लवण बनाना.** अकार्बनिक अम्लोंके समान एसिटिक अम्ल (या सभी कार्बाक्सिलिक अम्ल) धातुओं, धातु हाइड्रॉक्साइडों, धातु ऑक्साइडों और कार्बोनेटों से प्रतिक्रिया करके लवण बनाते हैं। किन्तु अकार्बनिक अम्लोंकी अपेक्षा बहुत सौम्य (weak) होनेके कारण ये केवल तीव्र विद्युत् धनीय (electro-positive) धातुओं जैसे Na, K, Li, Zn, Ca आदिके साथ ही प्रतिक्रिया करनेमें समर्थ हैं।

(*i*) $$2CH_3{-}\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}{-}OH + 2Na \rightarrow 2CH_3{-}\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}{-}ONa + H_2\uparrow$$
सोडियम एसिटेट

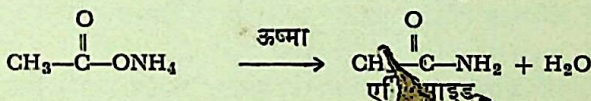
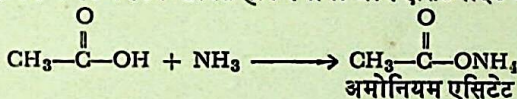
(*ii*) $$2CH_3{-}\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}{-}OH + CaO \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O$$
कैल्सियम एसिटेट

(*iii*) $$CH_3{-}\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}{-}OH + NaOH \rightarrow CH_3{-}\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}{-}ONa + H_2O$$

$$(iv)\ 2CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

4. **अल्कोहलोंसे प्रतिक्रिया (एस्टरीकरण).** एसिटिक अम्लको किसी निर्जलीकारक जैसे सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल या अनार्द्र ज़िंक क्लोराइडकी उपस्थितिमें अल्कोहलों के साथ गर्म करनेसे एस्टर बनते हैं, जैसे—

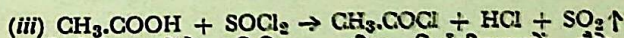
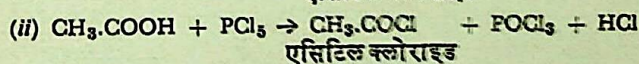
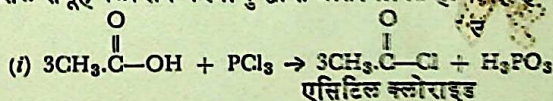
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\boxed{OH + H}OC_2H_5 \rightarrow \underset{\text{एथिल एसिटेट}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OC_2H_5} + H_2O$$

5. **अमोनियासे प्रतिक्रिया.** अमोनियाके साथ एसिटिक अम्ल (या कोई भी एल्किल कार्बाक्सिलिक अम्ल) प्रतिकृत होकर अमोनियम एसिटेट (अमोनियम लवण) बनाता है जो गर्म करने पर विच्छेदित होकर पानी और एसिटेमाइड बनाता है:—

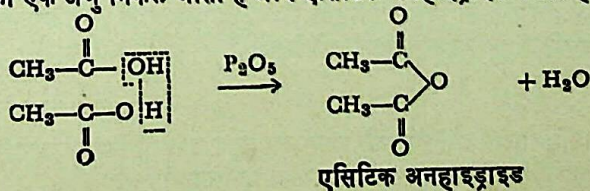
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + NH_3 \longrightarrow \underset{\text{अमोनियम एसिटेट}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONH_4}$$

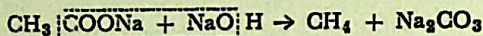
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONH_4 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \underset{\text{ए[illegible]माइड}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2} + H_2O$$

6. **PCl_3, PCl_5, या $SOCl_2$ (सल्फ़्यूरिल क्ल[illegible]इड) से प्रतिक्रिया.** इन प्रतिकारकोंकी क्रियासे अम्लके कार्बाक्सिल समूह $\left(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH\right)$ [illegible]में उपस्थित हाइड्रॉक्सिल समूह क्लोरीन परमाणु द्वारा प्रतिस्थापित हो [illegible] है—

$$(i)\ 3CH_3.\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + PCl_3 \rightarrow \underset{\text{एसिटिल क्लोराइड}}{3CH_3.\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl} + H_3PO_3$$

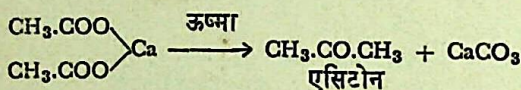
$$(ii)\ CH_3.COOH + PCl_5 \rightarrow \underset{\text{एसिटिल क्लोराइड}}{CH_3.COCl} + POCl_3 + HCl$$

$$(iii)\ CH_3.COOH + SOCl_2 \rightarrow CH_3.COCl + HCl + SO_2\uparrow$$

7. **निर्जलीकारकोंसे प्रतिक्रिया.** तीव्र निर्जलीकारकों जैसे फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टॉक्साइडकी क्रियासे एसिटिक अम्लके दो अणु परस्पर इस प्रकार क्रिया करते हैं कि पानीका एक अणु निकल जाता है और एसिटिक अनहाइड्राइड बनता है—

$$\begin{matrix} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\boxed{OH} \\ CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O\boxed{H} \end{matrix} \xrightarrow{P_2O_5} \underset{\text{एसिटिक अनहाइड्राइड}}{\begin{matrix} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}} \\ \qquad\quad >O \\ CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C} \end{matrix}} + H_2O$$

8. सोडालाइमके साथ सोडियम एसिटेटकी क्रिया. सोडियम एसिटेटको सोडालाइमके साथ गर्म करनेसे मेथेन बनती है—

$$CH_3 \vdots COONa + NaO \vdots H \rightarrow \underset{\text{मेथेन}}{CH_4} + Na_2CO_3$$

इस प्रतिक्रियामें पूरे—COONa समूहकी जगह एक हाइड्रोजन परमाणु ले लेता है इसलिए यह क्रिया कार्बनिक अम्लोंसे कार्बाक्सिल मूलकको हटानेके लिए इस्तेमाल की जाती है और कार्बाक्सिलिक अम्लोंका **विकार्बाक्सिलीकरण (decarboxylation)** कहलाती है।

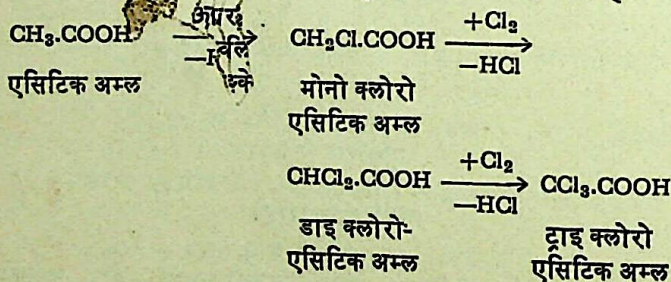
9. कैल्सियम, बेरियम या थोरियम एसिटेट पर ऊष्माका प्रभाव.

$$\begin{matrix} CH_3.COO \\ CH_3.COO \end{matrix} \!\!> Ca \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \underset{\text{एसिटोन}}{CH_3.CO.CH_3} + CaCO_3$$

10. कैल्सियम एसिटेट और कैल्सियम फ़ॉर्मेटके मिश्रणका शुष्क आसवन. एसिटल्डिहाइड बनता है (देखो पृष्ठ 151)

11. सोडियम या पोटैशियम एसिटेटके सान्द्र जलीय घोलके विद्युत्विच्छेदनसे एथेन बनती है (कोल्बेकी क्रिया) (देखो—एथेन बनानेकी विधियां, पृष्ठ 36)।

12. हैलोजनीकरण. सूर्यके प्रकाशमें या उत्प्रेरकोंकी उपस्थितिमें हैलोजन परमाणु, मेथिल मूलकके हाइड्रोजन परमाणुओंको प्रतिस्थापित करते हैं।

$$\underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3.COOH} \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} \underset{\text{मोनो क्लोरो एसिटिक अम्ल}}{CH_2Cl.COOH} \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2}$$

$$\underset{\text{डाइ क्लोरो-एसिटिक अम्ल}}{CHCl_2.COOH} \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} \underset{\text{ट्राइ क्लोरो एसिटिक अम्ल}}{CCl_3.COOH}$$

अन्य एल्किल कार्बाक्सिलिक अम्लोंकी दशामें—COOH के संलग्न (adjacent) कार्बन परमाणुसे जुड़े हुए हाइड्रोजन परमाणु (अर्थात् α-हाइड्रोजन परमाणु) प्रतिस्थापित होते हैं। फ़ॉर्मिक अम्ल (H.COOH) में चूंकि α-हाइड्रोजन परमाणु नहीं होते इसलिए वह यह प्रतिक्रिया नहीं देता।

उपयोग.

1. प्रयोगशालामें प्रतिकारकके रूपमें यह बहुत उपयोग किया जाता है।
2. औद्योगिक घोलकके रूपमें भी इसका उपयोग होता है।

3. सिरकेके रूपमें मुरब्बों और चटनियोंमें इसको खटासके लिए इस्तेमाल करते हैं।

4. कृत्रिम रेशम (रेयॉन) और सिनेमाकी अज्वलनशील फ़िल्में बनानेमें भी इसका उपयोग करते हैं।

5. रबरके पेड़ोंसे प्राप्त रस (latex) से रबर और दूधसे केसीन (एक प्रोटीन जिससे एक प्रकारकी प्लास्टिक बनती है) बनानेमें इसका उपयोग स्कन्दक (coagulator) के रूपमें होता है।

6. एसिटिक अम्लके अनेक एस्टरोंमें बहुत अच्छी सुगन्धि होती है। इनको कृत्रिम सुगन्धियोंमें या शर्बतों इत्यादिमें मिलाते हैं।

7. एसिटिक अम्लसे अनेक यौगिक बनाये जाते हैं जैसे एसिटिक अनहाइड्राइड, एसिटोन, एसिटेनिलाइड (एक औषधीय महत्वका बेंज़ीनिक यौगिक) इत्यादि।

8. एसिटिक अम्लसे अनेक उपयोगी लवण बनाये जाते हैं—जैसे,

(*i*) अल्युमीनियम, आयरन, क्रोमियम और कॉपरके एसिटेट—ये रंगबन्धक (mordant) के रूपमें प्रयुक्त होते हैं। अल्युमीनियम एसिटेट कपड़े को जलाभेद्य (water proof) बनानेके लिए भी काममें आता है।

(*ii*) सोडियम एसिटेट—प्रतिकारकके रूप तथा कृत्रिम प्रशीतकके रूपमें।

(*iii*) भास्मिक कॉपर एसिटेट—हरा पेण्ट तैयार करनेमें।

(*iv*) भास्मिक लेड एसिटेट—'सफ़ेदा' बनानेमें और घावोंको धोनेवाले लोशनोंमें।

(*v*) भास्मिक आयरन एसिटेट—औषधियोंमें।

परीक्षण.

1. एसिटिक अम्लमें सिरके जैसी गन्ध होती है जिससे वह आसानीसे पहचाना जाता है।

2. **फ़ेरिक क्लोराइड परीक्षण.** एसिटिक अम्लके उदासीन (neutral) घोल* में फ़ेरिक क्लोराइड ($FeCl_3$) का उदासीन घोल (दो-तीन बूंद) मिलानेसे गहरा लाल

---

* एसिटिक अम्लका उदासीन घोल बनानेके लिए परखनलीमें थोड़ा अम्ल लेकर उसमें इतना अमोनियम हाइड्रॉक्साइड मिलाओ कि घोल क्षीण भास्मिक (feebly basic) हो जाय (लिटमस द्वारा देखो)। घोलको एक दो मिनट गर्म करके फ़ालतू (excess) अमोनिया उड़ा दो। यह अम्लका उदासीन घोल बन गया। इसको ठण्डा करके परीक्षणके लिए इस्तेमाल करो। किसी एसिटेटके साथ परीक्षण करनेके लिए उसको पहले तनु सल्फ़्यूरिक अम्लमें घोल लो और फिर अमोनियम हाइड्रॉक्साइड डालो ....इत्यादि। फ़ेरिक क्लोराइडका उदासीन घोल बनानेके लिए इसमें एक-एक बूंद करके इतना सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिलाओ कि फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइडका स्थायी अवक्षेप बन जाय। अवक्षेपको छानकर अलग कर दो और छनित (filtrate) को परीक्षणके लिए इस्तेमाल करो।

रंग पैदा होता है और गर्म करनेसे भास्मिक फ़ेरिक एसिटेट (basic ferric acetate) का भूरा अवक्षेप बनता है।

3. **एस्टर परीक्षण.** 10 बूंद एसिटिक अम्लमें इतना ही एमिल अल्कोहल और छः बूंद सान्द्र॰ सल्फ़्यूरिक अम्ल मिलाकर गर्म करो। एक परखनलीमें आधा पानी भरकर यह मिश्रण उसमें डालो। एमिल एसिटेट (एस्टर) बननेके कारण केले की सी सुगन्ध आयेगी।

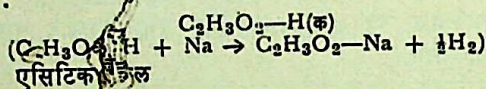
4. **कैकोडिल परीक्षण.** एसिटिक अम्लको पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा उदासीन करके आर्सेनिक ट्राइऑक्साइड (As_2O_3) के साथ गर्म करनेसे 'कैकोडिल ऑक्साइड' और 'कैकोडिल' नामक पदार्थोंके बननेके कारण तीव्र दुर्गन्ध आती है।

रचना.

1. तात्त्विक विश्लेषण और अणु-भार निकालनेकी विधियोंसे एसिटिक अम्लका अणु-सूत्र $C_2H_4O_2$ निकलता है।

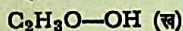
2. सोडियमका एक परमाणु एसिटिक अम्लके एक अणुसे, एक और केवल एक हाइड्रोजन परमाणु ही प्रतिस्थापित करता है। अतः इस एक हाइड्रोजन परमाणु की स्थिति अन्य तीन हाइड्रोजन परमाणुओंसे भिन्न है। हम इस बातको निम्न सूत्रसे दिखा सकते हैं :

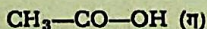
$$C_2H_3O_2—H \text{ (क)}$$

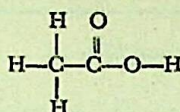
$$(C_2H_3O_2—H + Na \rightarrow C_2H_3O_2—Na + \tfrac{1}{2}H_2)$$
एसिटिक [illegible]ल

3. एसिटिक अम्ल पर फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टा क्लोराइडकी क्रियासे C_2H_3OCl अणु-सूत्रका एक यौगिक और HCl तथा $POCl_3$ बनते हैं।

$$(C_2H_3O_2—H + PCl_5 \rightarrow C_2H_3OCl + POCl_3 + HCl)$$

यह प्रतिक्रिया एसिटिक अम्लके अणुमें एक हाइड्रॉक्सिल मूलककी उपस्थिति सिद्ध करती है, अतः सूत्र (क) को हम निम्न प्रकारसे लिख सकते हैं :

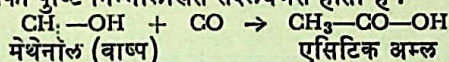
$$C_2H_3O—OH \text{ (ख)}$$

4. उबलते हुए एसिटिक अम्लमें क्लोरीन गैस प्रवाहित की जाती है तो तीन हाइड्रोजन परमाणु क्रमशः तीन क्लोरीन परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं। तीनसे अधिक हाइड्रोजन परमाणु किसी प्रकार प्रतिस्थापित नहीं होते। यह प्रतिक्रिया सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंकी क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापनकी क्रियाके समान है इसलिए यह मान सकते हैं कि एसिटिक अम्लके अणुमें तीन हाइड्रोजन परमाणु एक मेथिल मूलक (CH_3—) के रूपमें रहते हैं। अतः सूत्र (ख) को हम निम्न प्रकार लिख सकते हैं :

$$CH_3—CO—OH \text{ (ग)}$$

5. कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजनकी संयोजकताको क्रमशः चार, एक और दो मानकर एसिटिक अम्लके इस सूत्रकी रचना सिर्फ़ अगले पृष्ठ पर उल्लिखित प्रकारसे लिख सकते हैं :

$$H-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$$

अतः यही एसिटिक अम्लका रचना-सूत्र है।

6. इस सूत्रकी पुष्टि निम्नलिखित संश्लेषणसे होती है :

$$CH_3-OH + CO \rightarrow CH_3-CO-OH$$

मेथेनॉल (वाष्प) — एसिटिक अम्ल

एसिटिक अम्लके अणुमें >C=O (कार्बोनिल) समूहकी उपस्थितिका कोई सीधा सबूत नहीं दिया गया। इसकी उपस्थितिका निश्चय हमने संयोजकताओं और अप्रत्यक्ष (indirect) प्रमाणोंके आधार पर ही किया है। बात यह है कि कार्बाक्सिलिक अम्ल कोई ऐसी प्रतिक्रिया नहीं देते जो >C=O समूहकी उपस्थितिका प्रत्यक्ष (direct) प्रमाण माना जा सके। कार्बाक्सिल मूलकका कार्बोनिल समूह अल्डिहाइडों और कीटोनोंके कार्बोनिल समूहकी विशिष्ट प्रतिक्रियाएं क्यों नहीं देता? इसका कोई उत्तर उपरोक्त सूत्रसे नहीं मिलता। यह इस सूत्रकी कमजोरी है। रचना और रासायनिक गुणोंके सम्बन्धका अन्वेषण करनेवालोंके लिए अम्लोंका यह अप्रत्याशित व्यवहार एक समस्या है।

फ़ॉर्मिक अम्ल और एसिटिक अम्लकी समानताएं

1. दोनों अम्ल धातुओं, धातुई ऑक्साइडों और धातुई हाइड्रॉक्साइडोंके साथ लवण बनाते हैं।

2. कार्बोनेटों पर इनकी क्रियासे लवण बनते हैं और कार्बन डाइ ऑक्साइड निकलती है।

3. ये अल्कोहलोंके साथ एस्टर बनाते हैं।

4. ये अमोनियाके साथ एमाइड बनाते हैं।

फ़ॉर्मिक अम्ल और एसिटिक अम्लके भेद

	फ़ॉर्मिक अम्ल	एसिटिक अम्ल
युक्ति-सूत्र	$H.COOH$	$CH_3.COOH$
1. ऊष्माका प्रभाव	विच्छेदित हो जाता है।	विच्छेदित नहीं होता।
2. ऑक्सीकारकोंकी क्रिया	सरलतासे ऑक्सीकृत होता है।	बहुत कठिनाईसे ऑक्सीकृत होता है।
(क) फ़ेहलिंग घोलसे	कॉपर ऑक्साइड अवक्षेपित हो जाता है।	कोई क्रिया नहीं होती।
(ख) अमोनियाकल सिल्वर नाइट्रेटसे	चांदी अवक्षेपित हो जाती है।	कोई क्रिया नहीं होती।

	फ़ॉर्मिक अम्ल	एसिटिक अम्ल
(ग) मर्क्यूरिक क्लोराइडके घोलसे	मर्क्यूरस क्लोराइड और मर्करी अवक्षेपित हो जाते हैं।	कोई क्रिया नहीं होती।
(घ) पोटैसियम परमैंगनेटके अम्लीय घोलसे	ऑक्सीकृत होकर घोल को रंगहीन कर देता है।	कोई क्रिया नहीं होती।
3. हैलोजनोंकी क्रिया	कोई क्रिया नहीं होती।	क्रमश: मोनो, डाइ, ट्राइ हैलोजन प्रतिस्थापित एसिटिक अम्ल बनते हैं।
4. निर्जलीकार (सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल) की क्रिया	कार्बन मोनॉक्साइड और पानीमें विच्छेदित हो जाता है।	सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल की कोई क्रिया नहीं होती किन्तु P_2O_5 द्वारा निर्जलीकृत होकर 'एसिटिक अनहाइड्राइड' बनाता है।
5. PCl_5, PCl_3 की क्रिया	कार्बन मोनॉक्साइड और हाइड्रोजन क्लोराइडका मिश्रण बनता है।	एसिटिल क्लोराइड बनता है।
6. सोडियम लवण + सोडा लाइमको गर्म करनेसे	हाइड्रोजन निकलती है।	मेथेन बनती है।
7. सोडियम लवणको गर्म करनेसे	सोडियम ऑक्ज़लेट और हाइड्रोजनमें विच्छेदित हो जाता है।	कोई क्रिया नहीं होती।
8. सोडियम लवणके जलीय घोलका विद्युत् विच्छेदन करनेसे	हाइड्रोजन बनती है।	एथेन बनती है।
9. कैल्सियम लवणके शुष्क आसवनसे	फ़ॉर्मेल्डिहाइड बनता है।	एसिटोन बनता है।

प्रश्न

1. शुद्ध फ़ॉर्मिक अम्ल प्रयोगशालामें कैसे प्राप्त करोगे ? इसके गुणोंकी एसिटिक अम्लके गुणोंसे तुलना करो। (उ० प्र० 1952, 57)

2. फ़ॉर्मिक अम्ल जब सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म किया जाता है तो क्या होता है ?

3. बड़े पैमाने पर एसिटिक अम्ल कैसे बनाया जाता है ? सिरकेसे शुद्ध (ग्लेशल) एसिटिक अम्ल कैसे प्राप्त करोगे ?

4. एसिटिक अम्लका रचना-सूत्र लिखो और इसके मुख्य गुणोंका वर्णन करो।

5. एसिटिक अम्लसे निम्नलिखित कैसे बनाओगे ?

(क) मेथेन (ख) एथेन (ग) एसिटेमाइड (घ) एथिल एमीन (ङ) एथिल अल्कोहल। (उ० प्र० 1953,54,55)

6. गन्नेकी शकरसे सिरका कैसे प्राप्त किया जाता है ?

7. फ़ॉर्मिक अम्लको एसिटिक अम्लमें कैसे परिवर्तित करोगे ?

8. एसिटिक अम्ल पर (क) सोडालाइम (ख) क्लोरीनकी क्या क्रिया होती है ? (उ० प्र० 1959)

9. एसिटिक और फ़ॉर्मिक अम्लके बीच पहचान करनेके लिए क्या रासायनिक परीक्षाएँ करोगे ? (उ० प्र० 1960)

10. निर्जल सोडियम फ़ॉर्मेटको गर्म करनेसे क्या होता है ? (उ० प्र० 1950)

11

बहु-कार्बाक्सिलिक अम्ल

(Poly-carboxylic Acids)

जिन अम्लोंके अणुमें एकसे अधिक कार्बाक्सिल मूलक होते हैं वे बहुकार्बाक्सिलिक अम्ल कहलाते हैं

द्वि कार्बाक्सिलिक अम्ल. सन्तृप्त द्वि-कार्बाक्सिलिक अम्लोंकी सधर्ममालाके कुछ सदस्य निम्नलिखित हैं :

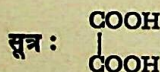
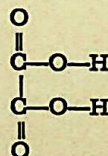
(*i*) $\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$ — आॅक्ज़ेलिक अम्ल

(*ii*) $H_2C\langle^{COOH}_{COOH}$ — मैलोनिक अम्ल

(*iii*) $\begin{array}{l} H_2C—COOH \\ | \\ H_2C—COOH \end{array}$ — सक्सीनिक अम्ल

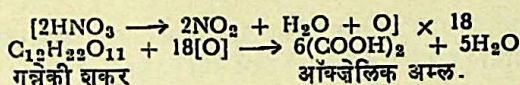
इन सबको सामान्य सूत्र $(CH_2)_n\langle^{COOH}_{COOH}$ द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं। जहां $n = 0, 1, 2, 3, \ldots\ldots$ [illegible] में आॅक्ज़ेलिक अम्ल सबसे महत्त्वपूर्ण है।

आॅक्ज़ेलि[illegible] (Oxalic Acid)

सूत्र : $\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$ [illegible] या $\begin{array}{l} O \\ \| \\ C—O—H \\ | \\ C—O—H \\ \| \\ O \end{array}$

यह घुइयांमें पाया जाता है। बहुत-से पौधों, जैसे चूका या खट्टी पत्ती (oxalis), और तम्बाकूमें यह पोटैसियम हाइड्रोजन आॅक्ज़ेलेटके रूपमें और कुछ पौधोंमें कैल्सियम आॅक्ज़ेलेटके रूपमें मिलता है। जन्तुओंके मूत्रमें यह अमोनियम आॅक्ज़ेलेटके रूपमें होता है।

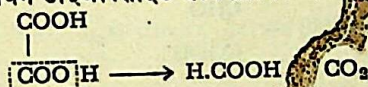
बनानेकी प्रयोगशाला विधि.

प्रयोगशालामें यह गन्नेकी शकरको सान्द्र नाइट्रिक अम्ल द्वारा आॅक्सीकृत करके बनाया जाता है।

$$[2HNO_3 \longrightarrow 2NO_2 + H_2O + O] \times 18$$
$$\underset{\text{गन्नेकी शकर}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + 18[O] \longrightarrow \underset{\text{ऑक्ज़ेलिक अम्ल}}{6(COOH)_2} + 5H_2O$$

गुण.

ऑक्ज़ेलिक अम्ल रंगहीन, पारदर्शक और मोनोक्लिनिक रवे बनाता है जिनमें अम्लके प्रत्येक अणुके साथ केलासन-जलके दो अणु होते हैं, [$(COOH)_2 . 2H_2O$]। अनार्द्र (anhydrous) अम्ल सफ़ेद चूर्ण होता है और जलयुक्त (hydrated) अम्लको 100°C तक गर्म करनेसे बनता है। जलयुक्त अम्लके रवे 101·5°C पर पिघलते हैं किन्तु अनार्द्र अम्लका द्रवणांक 189·5°C है। यह पानीमें बहुत घुलनशील है, अल्कोहलमें थोड़ा घुलता है और ईथरमें अघुलनशील हैं।

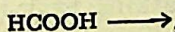
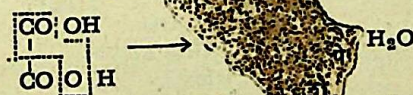
यह गन्धहीन और तेज़ स्वादवाला पदार्थ है। यह और इसके लवण बहुत विषैले होते हैं। एक ग्राम अम्ल प्राणान्त करनेके लिए पर्याप्त है। कुछ जटिल जैव-रासायनिक प्रतिक्रियाओं (biochemical reactions) द्वारा शरीरके अन्दर यह तुरन्त अन्य पदार्थोंमें बदल जाता है—यदि यह यकृत (liver) में इकट्ठा हो जाय तो तत्काल मृत्यु हो सकती है।

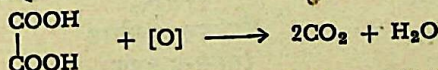
1. **तापका प्रभाव.** ऑक्ज़ेलिक अम्लको धीरे-धीरे 200°C तक गर्म करने पर पहले वह कार्बन डाइऑक्साइड और फ़ॉर्मिक अम्लमें विच्छेदित होता है।

$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COO\,H \end{matrix} \longrightarrow H.COOH + CO_2$$

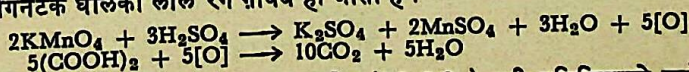
अधिक गर्म करने पर फ़ॉर्मिक अम्ल, [illegible] मोनॉक्साइड और पानीमें विच्छेदित हो जाता है।

$$HCOOH \longrightarrow \text{[illegible]}$$

अतः पूरी क्रिया निम्न समीक[illegible] हो सकती है :

$$\begin{matrix} CO\,OH \\ | \\ CO\,O\,H \end{matrix} \longrightarrow \text{[illegible]} + H_2O$$

2. **ऑक्सीकरण.** ऑक्ज़ेलिक अम्ल, मैंग[illegible] डाइऑक्साइड, लेड परॉक्साइड, अम्लीय पोटैसियम परमैंगनेट या 1·4 से अधिक आपेक्षिक घनत्व वाले नाइट्रिक अम्लसे ऑक्सीकृत होकर कार्बन डाइऑक्साइड और पानी बनाता है।

$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + [O] \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

यदि अम्लीय पोटैसियम परमैंगनेट द्वारा ऑक्सीकरण करें तो अवकरणके कारण परमैंगनेटके घोलका लाल रंग ग़ायब हो जाता है।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$$
$$5(COOH)_2 + 5[O] \longrightarrow 10CO_2 + 5H_2O$$

प्रतिक्रियामें बना हुआ मैंगनस सल्फ़ेट ($MnSO_4$) इसी प्रतिक्रियाको उत्प्रेरित

करता है, अर्थात् 'आत्म उत्प्रेरक' (autocatalyst) का काम करता है। इसलिए शुरूमें क्रिया धीमी होती है किन्तु थोड़ी देरमें तीव्र हो जाती है।

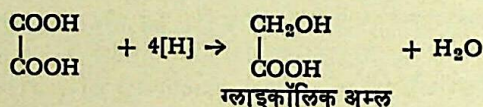
इस प्रतिक्रियाका उपयोग अ यतनमिति (volumetric titration) में करते हैं।

ऑक्ज़ेलिक अम्ल, अमोनियामय सिल्वर नाइट्रेट और फ़ेहलिंग के घोल द्वारा ऑक्सीकृत नहीं होता।

3. अवकरण.

(क) ज़िंक और सल्फ़्यूरिक अम्लकी प्रतिक्रियासे प्राप्त नवजात हाइड्रोजन द्वारा अवकृत होकर यह हाइड्रॉक्सी एसिटिक अम्ल (ग्लाइकॉलिक अम्ल) बनाता है।

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 4[H] \rightarrow \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ COOH \end{array} + H_2O$$

ग्लाइकॉलिक अम्ल

(ख) मैग्नेसियम और सल्फ़्यूरिक अम्ल द्वारा अवकरण करनेसे मुख्यतया ग्लायॉक्ज़ेलिक अम्ल (glyoxylic acid) बनता है।

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + [illegible][H] \rightarrow \begin{array}{l} CHO \\ | \\ COOH \end{array} + H_2O$$

4. धातुओं, धातुई ऑक्साइडों, हाइड्रॉक्साइडों और कार्बोनेटोंसे प्रतिक्रिया. चूंकि ऑक्ज़ेलिक अम्ल द्विभ[illegible] दो प्रकारके लवण (क) अम्ल लवण (acid salts) और (ख) सा[illegible]al salts) बनाता है। उदाहरणार्थ—

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + N[illegible] \rightarrow \begin{array}{l} [illegible]Na \\ | \\ [illegible]OH \end{array} + H_2O$$

[illegible]म हाइड्रोजन ऑक्ज़ेलेट
(अम्ल लवण)

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 2NaOH \rightarrow \begin{array}{l} COONa \\ | \\ COONa \end{array} + 2H_2O$$

सोडियम ऑक्ज़ेलेट
(सामान्य लवण)

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + CaO \rightarrow \begin{array}{l} COO \\ | \\ COO \end{array} \!\!> Ca + H_2O$$

कैल्सियम ऑक्ज़ेलेट
(सामान्य लवण)

5. अल्कोहलोंकी क्रिया. एस्टर बनते हैं।

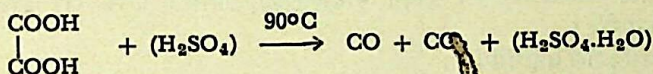
$$\begin{array}{l} CO\boxed{OH + H}OC_2H_5 \\ | \\ COOH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} COOC_2H_5 \\ | \\ COOH \end{array} + H_2O$$

अम्ल एस्टर
(मोनो एथिल ऑक्ज़ेलेट)

$$\begin{array}{l} CO\boxed{OH \quad\quad H}OC_2H_5 \\ | \quad\quad + \\ CO\boxed{OH \quad\quad H}OC_2H_5 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CO.OC_2H_5 \\ | \\ CO.OC_2H_5 \end{array} + 2H_2O$$

सामान्य एस्टर
डाइ एथिल ऑक्ज़ेलेट

6. निर्जलीकारकोंकी क्रिया. सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल या एसिटिक अनहाइड्राइड जैसे तीव्र निर्जलीकारकोंकी क्रियासे ऑक्ज़ेलिक अम्ल विच्छेदित हो जाता है।

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + (H_2SO_4) \xrightarrow{90^\circ C} CO + CO_2 + (H_2SO_4.H_2O)$$

प्रयोगशालामें कार्बन मोनॉक्साइड तैयार करनेके लिए यह एक अच्छी विधि है।

7. अमोनियाकी क्रिया. अमोनियाके स[illegible] ऑक्ज़ेलिक अम्लको गर्म करनेसे (या सिर्फ़ अमोनियम ऑक्ज़ेलेटको गर्म करनेसे) [illegible]ॉक्ज़ेमाइड बनता है।

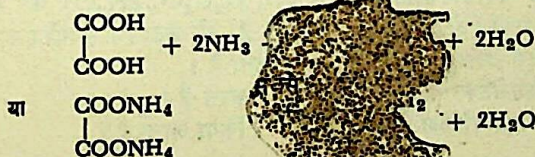
$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 2NH_3 \text{ [illegible] } + 2H_2O$$

या

$$\begin{array}{l} COONH_4 \\ | \\ COONH_4 \end{array} \text{ [illegible] } + 2H_2O$$

8. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रि[illegible] होती है।

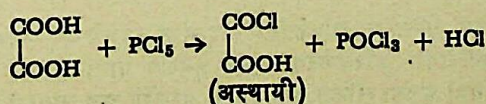
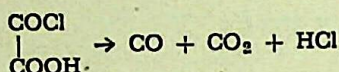
(क) फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी अधि[illegible] [illegible]क्ज़ेलिक क्लोराइड बनता है।

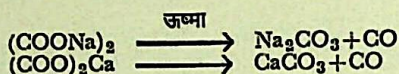
$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 2PCl_5 \rightarrow \begin{array}{l} COCl \\ | \\ COCl \end{array} + 2POCl_3 + 2HCl$$

ऑक्ज़ेलिक
क्लोराइड

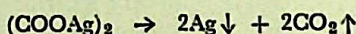
(ख) अम्लकी अधिकतामें अम्ल विच्छेदित हो जाता है।

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + PCl_5 \rightarrow \begin{array}{l} COCl \\ | \\ COOH \end{array} + POCl_3 + HCl$$

(अस्थायी)

$$\begin{array}{l} COCl \\ | \\ COOH \end{array} \rightarrow CO + CO_2 + HCl$$

9. ऑक्ज़ेलिक अम्लके क्षार धातुओं (alkali metals) और क्षारीय पार्थिव धातुओं (alkaline earth metals) के लवण ऊष्माके प्रभावसे कार्बोनेट और कार्बन मोनॉक्साइडमें विच्छेदित हो जाते हैं।

$$(COONa)_2 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} Na_2CO_3 + CO$$
$$(COO)_2Ca \longrightarrow CaCO_3 + CO$$

सिल्वर ऑक्ज़ेलेटको गर्म करनेसे सिल्वर अवक्षेपित होती है।

$$(COOAg)_2 \rightarrow 2Ag\downarrow + 2CO_2\uparrow$$

उपयोग.

1. प्रयोगशालामें प्रतिकारकके रूपमें, विशेषकर आयतनमितीय विश्लेषण (volumetric analysis) में। कार्बन मोनॉक्साइड, फ़ॉर्मिक अम्ल और एलिल अल्कोहल बनानेमें।

2. स्याहियोंके बनानेमें।

3. सरकण्डे (straw) और चमड़ेके विरंजन (bleaching) में।

4. इसके लवण, पोटैसियम [illegible]ड्रोजन ऑक्ज़ेलेट और एण्टिमनी ऑक्ज़ेलेट रंग-बन्धकके रूपमें उपयोग किये जाते है।

5. पोटैसियम क्वाड्रॉक्ज़ेलेट ($KHC_2O_4, H_2C_2O_4.2H_2O$) का स्याहीके धब्बों और लोहेके दाग़ों (जो [illegible] ते हैं) को छुड़ानेमें उपयोग करते हैं। बाज़ारमें यह 'साल्ट्स् ऑफ़ [illegible] कता है।

6. फ़ेरस ऑक्ज़ेलेटका [illegible] करते हैं।

7. यह धातुओंकी पॉलिश [illegible] किया जाता है।

परीक्षण.

1. ऑक्ज़ेलिक अम्लको [illegible] सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करनेसे कार्बन डाइ-ऑक्साइड, कार्बन मोनॉक्साइड और पानी बनता है। कार्बन डाइ ऑक्साइडको चूनेके साफ़ पानीमें प्रवाहित करके पहचानते हैं और कार्बन मोनॉक्साइड परखनलीके मुँह पर जलाकर, नीली लौ से पहचानी जाती है। इस परीक्षणमें परखनलीका द्रव काला नहीं पड़ता (टारटरिक अम्लसे अन्तर)।

2. ऑक्ज़ेलिक अम्ल या किसी ऑक्ज़ेलेटको सल्फ़्यूरिक अम्लमें घोलकर गर्म करो और उसमें पोटैसियम परमैंगनेटके घोलकी कुछ बूंदें डालो। घोल रंगहीन हो जायगा।

3. ऑक्ज़ेलिक अम्ल या ऑक्ज़ेलेटके उदासीन घोलमें कैल्सियम क्लोराइडका घोल मिलानेसे कैल्सियम ऑक्ज़ेलेटका सफ़ेद अवक्षेप प्राप्त होता है। यह अवक्षेप एसिटिक अम्लमें नहीं घुलता लेकिन अकार्बनिक अम्लोंमें घुल जाता है।

4. ऑक्ज़ेलिक अम्ल या ऑक्ज़ेलेटके घोलमें सिल्वर नाइट्रेटका घोल मिलानेसे, पहले सिल्वर ऑक्ज़ेलेटका सफ़ेद अवक्षेप बनता है जो अमोनिया (NH_4OH) में घुल जाता है। घोलको गर्म करनेसे रजत दर्पण नहीं बनता। (टारटरिक अम्लसे अन्तर)

प्रश्न

1. ऑक्ज़ेलिक अम्ल प्रयोगशालामें कैसे बनाया जाता है ? इसके गुणों और उपयोगोंका वर्णन करो।

2. ऑक्ज़ेलिक अम्लका रचना-सूत्र लिखो।

12

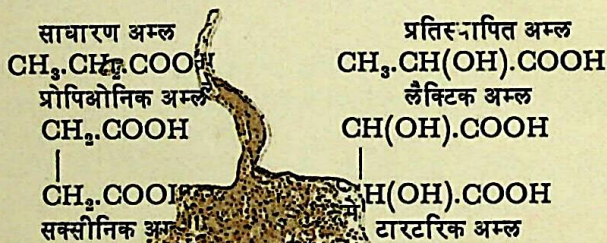
कार्बाक्सिलिक अम्लोंके व्युत्पन्न : प्रतिस्थापित अम्ल

(Derivatives of Carboxylic Acids: Substituted Acids)

यदि किसी अम्लके अणुसे किसी परमाणु या मूलकको किसी दूसरे परमाणु या मूलक द्वारा प्रतिस्थापित करें तो जो यौगिक बनेगा उसे उस अम्लका व्युत्पन्न कहेंगे। 'अम्ल व्युत्पन्न' आमतौरसे दो प्रकारके होते हैं :

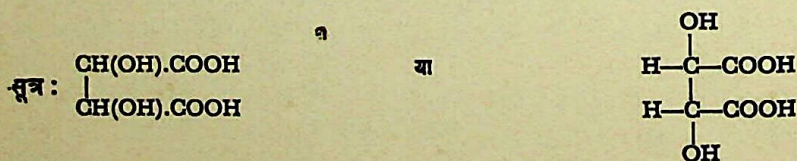
1. वे जो अम्लके एल्किल मूलकके हाइड्रोजन परमाणुओंको अन्य परमाणुओं या मूलकों द्वारा प्रतिस्थापित करनेसे बनते हैं।

इन्हें प्रतिस्थापित अम्ल कहते हैं। इनके उदाहरण निम्नलिखित हैं :

साधारण अम्ल	प्रतिस्थापित अम्ल
$CH_3.CH_2.COOH$	$CH_3.CH(OH).COOH$
प्रोपिओनिक अम्ल	लैक्टिक अम्ल
$CH_2.COOH$ | $CH_2.COOH$	$CH(OH).COOH$ | $CH(OH).COOH$
सक्सीनिक अ[illegible]	टारटरिक अम्ल

2. वे जो कार्बाक्सिल मूल[illegible] —OH को किसी परमाणु अथवा मूलक द्वारा प्रतिस्थापित कर[illegible]का वर्णन अगले अध्यायमें किया जायगा।

टारटरि[illegible] (Tartaric Acid)

(डाइ हाइड्रॉक्सी सक्सीनिक अम्ल)

सूत्र :
$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} \quad \text{या} \quad \begin{array}{c} OH \\ | \\ H—C—COOH \\ | \\ H—C—COOH \\ | \\ OH \end{array}$$

टारटरिक अम्ल इमलीमें मुक्त अवस्थामें और अंगूर, बेर तथा अन्य कई फलोंमें पोटैसियम हाइड्रोजन टारटरेटके रूपमें मिलता है।

अंगूरके रसके किण्वनसे शराब बनानेके पीपोंमें पीपोंकी अन्दरूनी दीवारों पर भूरे

रंगकी कड़ी पपड़ीके रूपमें पोटैसियम हाइड्रोजन टारटरेट जमा हो जाता है। इसे अरगॉल कहते हैं। इसे पानीमें घोलकर केलासित करने पर शुद्ध पदार्थके सफ़ेद रवे मिलते हैं। इनको 'क्रीम ऑफ़ टारटर' (cream of tartar) कहते हैं। उचित प्रति-क्रियाओं द्वारा इसे टारटरिक अम्लमें परिवर्तित कर लेते हैं।

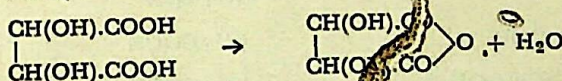
गुण.

इसके रंगहीन पारदर्शक केलास वनते हैं जिनमें रवेका पानी नहीं रहता। यह पानी और अल्कोहलमें घुलनशील और ईथरमें अघुलनशील है। यह प्रकाश-प्रति सक्रिय (optically active) है। (देखो अध्याय 21)

टारटरिक अम्लमें दो कार्बाक्सिल मूलक हैं, इसलिए यह एक द्विभास्मिक अम्ल है। अतः यह दो प्रकारके लवण और एस्टर वनाता है। इसमें दो हाइड्रॉक्सिल मूलक भी हैं; इसलिए यह डाइहाइड्रिक अल्कोहलों (जैसे, ग्लाइकॉल) की तरह भी व्यवहार करता है।

(क) कार्बाक्सिल मूलकको प्रतिक्रियाएं.

1. ऊष्माका प्रभाव. गर्म करने पर यह पहले टारटरिक अनहाइड्राइड और पानी वनाता है।

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH(OH).CO \\ | \\ CH(OH).CO \end{array}\!\!>O + H_2O$$

अधिक गर्म करने पर यह पाइरो-टारटरि[illegible] अम्ल और पिरूविक अम्ल देता है और अन्तमें जलकर कोयला हो जात[illegible]

2. क्षारोंके साथ क्रिया. यह [illegible] ताता है।

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + [illegible] \rightarrow \begin{array}{l} C[illegible]H).COOK \\ | \\ CH.(OH).COOH \end{array} + H_2O$$

[illegible]सियम हाइड्रोजन टारटरेट (अम्ल लवण)

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + 2KOH \rightarrow \begin{array}{l} CH(OH).COOK \\ | \\ CH(OH).COOK \end{array} + 2H_2O$$

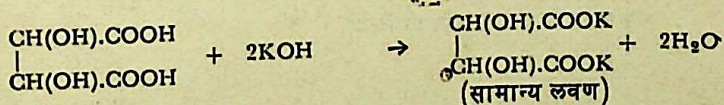
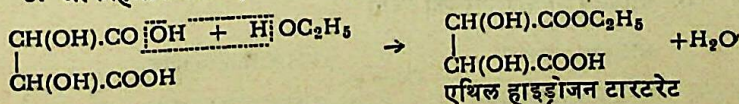
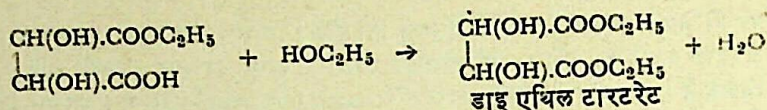
(सामान्य लवण)

3. अल्कोहलोंके साथ एस्टर वनते हैं।

$$\begin{array}{l} CH(OH).CO\,\boxed{OH + H}\,OC_2H_5 \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH(OH).COOC_2H_5 \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + H_2O$$

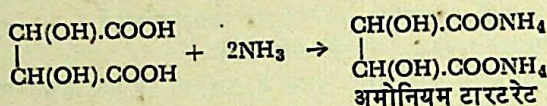
एथिल हाइड्रोजन टारटरेट

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOC_2H_5 \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + HOC_2H_5 \rightarrow \begin{array}{l} CH(OH).COOC_2H_5 \\ | \\ CH(OH).COOC_2H_5 \end{array} + H_2O$$

डाइ एथिल टारटरेट

यह प्रतिक्रिया किसी जलशोषक पदार्थ जैसे अनार्द्र जिंक क्लोराइड, $ZnCl_2$ आदिकी उपस्थितिमें की जाती है।

4. अमोनियाके साथ अमोनियम लवण बनता है।

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + 2NH_3 \rightarrow \begin{array}{l} CH(OH).COONH_4 \\ | \\ CH(OH).COONH_4 \end{array}$$

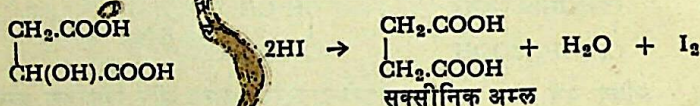
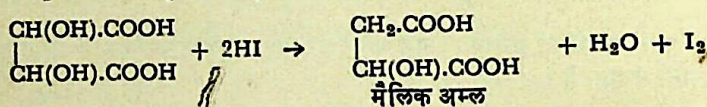
अमोनियम टारटरेट

(ख) हाइड्रॉक्सिल मूलककी प्रतिक्रियाएं.

5. हाइड्रियॉडिक अम्ल (HI) के साथ गर्म करनेसे—CHOH समूह अवकृत होकर—CH_2 में परिणत हो जाता है—

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + 2HI \rightarrow \begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + H_2O + I_2$$

मैलिक अम्ल

$$\begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + 2HI \rightarrow \begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ CH_2.COOH \end{array} + H_2O + I_2$$

सक्सीनिक अम्ल

6. हाइड्रोब्रोमिक अम्ल [illegible] में। हाइड्रोब्रोमिक अम्लके साथ गर्म करनेसे डाइ ब्रोमो सक्सि[illegible]

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} [illegible] \rightarrow \begin{array}{l} CH.Br.COOH \\ | \\ CH.Br.COOH \end{array} + 2H_2O$$

(ग) हाइड्रॉक्सिल और [illegible]ल मूलककी एक साथ प्रतिक्रियाएं.

7. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रिया.

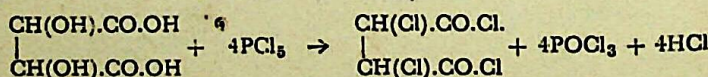
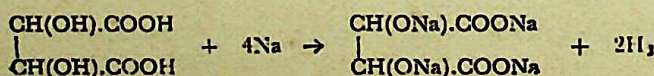
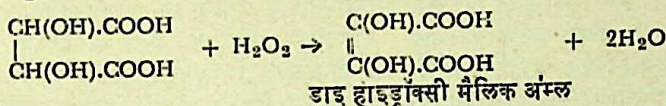
$$\begin{array}{l} CH(OH).CO.OH \\ | \\ CH(OH).CO.OH \end{array} + 4PCl_5 \rightarrow \begin{array}{l} CH(Cl).CO.Cl \\ | \\ CH(Cl).CO.Cl \end{array} + 4POCl_3 + 4HCl$$

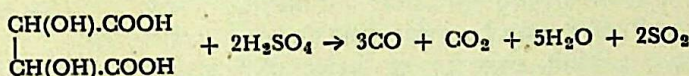
8. सोडियम या पोटैसियमकी क्रिया.

$$\begin{array}{l} CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH \end{array} + 4Na \rightarrow \begin{array}{l} CH(ONa).COONa \\ | \\ CH(ONa).COONa \end{array} + 2H_2$$

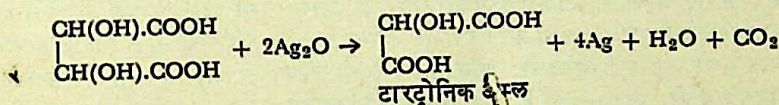
(घ) कुछ अन्य प्रतिक्रियाएं.

$$\begin{array}{l}CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH\end{array} + H_2O_2 \rightarrow \begin{array}{l}C(OH).COOH \\ \| \\ C(OH).COOH\end{array} + 2H_2O$$

डाइ हाइड्रॉक्सी मैलिक अम्ल

9. सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करने पर यह कार्बन मोनॉक्साइड, कार्बन डाइ ऑक्साइड और पानीमें विच्छेदित हो जाता है और सल्फ़्यूरिक अम्ल तथा सल्फ़र डाइ ऑक्साइडमें अवकृत हो जाता है।

$$\begin{array}{l}CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH\end{array} + 2H_2SO_4 \rightarrow 3CO + CO_2 + 5H_2O + 2SO_2$$

10. यह अमोनियाकल सिल्वर नाइट्रेटके घोलको अवकृत करके सिल्वर अवक्षेपित करता है और स्वयं टारट्रोनिक अम्लमें ऑक्सीकृत हो जाता है। अतः टारटरिक अम्ल एक अच्छा अवकारक है।

$$\begin{array}{l}CH(OH).COOH \\ | \\ CH(OH).COOH\end{array} + 2Ag_2O \rightarrow \begin{array}{l}CH(OH).COOH \\ | \\ COOH\end{array} + 4Ag + H_2O + CO_2$$

टारट्रोनिक अम्ल

टारटरिक अम्ल और टारटरेटोंके उपयोग.

1. यह खाने-पीनेकी चीज़ों जैसे, मुरब्बे, [illegible]म, जेली, जलज़ीरा, चटनी और शर्बतोंमें खटास पैदा करनेके लिए मिलाया जाता है।

2. सोडियम बाइकार्बोनेटके स[illegible]ोजन टारटरेटके रूपमें इसे मिला कर डबल रोटी, केक, विस्कुट [illegible] पाउडर बनाया जाता है।

3. सोडियम पोटैसियम टा[illegible] $.4H_2O$) (रॉशेल लवण) के रूपमें यह फ़ेह[illegible]OOK, के घोलमें पड़ता है।

4. रॉशेल लवण, सोडियम बाइका[illegible] टारटरिक अम्लको मिलाकर 'सिडलिज़ पाउडर' (seidlitz powder) बन[illegible]ा है जिसको पानीमें डालकर हल्के जुल्लाब (laxative) के रूपमें इस्तेमाल करते हैं।

5. पोटैसियम एण्टिमोनिल टारटरेट $\left(\begin{array}{l}CH(OH)COOK, \\ | \\ CH(OH)COO(SbO)\end{array}.\frac{1}{2}H_2O\right)$ जिसे टारटर एमेटिक (tartar emetic) भी कहते हैं, को वमनकारक (उल्टी करवाने वाली) औषधियोंमें इस्तेमाल किया जाता है। इसका रंगबन्धकके रूपमें भी उपयोग करते हैं।

टारटरिक अम्ल और टारटरेटोंके लिए परीक्षण.

1. एक परखनलीमें थोड़ा टारटरिक अम्ल या कोई टारटरेट लेकर अकेला या

सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करो। जलती हुई चीनीकी गन्ध आयेगी और टारटरिक अम्ल झुलस कर कोयलेमें परिणत हो जायगा (charring)।

2. **रजत दर्पण परीक्षण.** टारटरिक अम्ल या किसी टारटरेटके उदासीन घोलमें सिल्वर नाइट्रेटका घोल मिलानेसे बने हुए सिल्वर टारटरेटके सफ़ेद अवक्षेपको अमोनिया (NH_4OH) की **न्यूनतम मात्रा** में घोलो। घोलमें सिल्वर नाइट्रेटका एक केलास डाल कर उसे 60-70°C तक गर्म किये हुए पानीमें रखो। परखनलीकी दीवारों पर सफ़ेद चमकदार चांदी अवक्षेपित हो जायेगी।

3. **कैल्सियम क्लोराइड परीक्षण.** टारटरिक अम्ल या इसके किसी लवणके उदासीन घोलमें कैल्सियम क्लोराइडका घोल मिलानेसे कैल्सियम टारटरेटका सफ़ेद अवक्षेप धीरे-धीरे बनता है। परखनलीकी दीवारोंको कांचकी छड़से रगड़ने पर अवक्षेप कुछ तेज़ीसे बनता है। यह **अवक्षेप एसिटिक अम्लमें घुलनशील** है। (नोट : आक्ज़ेलिक अम्लके साथ कैल्सियम ऑक्ज़ेलेटका अवक्षेप तुरन्त बनता है और एसिटिक अम्लमें **अघुलनशील** है)।

4. **फ़ेण्टन परीक्षण.** टारटरिक अम्ल या किसी टारटरेटके घोलमें कुछ बूंदें फ़ेरस सल्फ़ेटके ताज़ा घोलकी मिलाओ और उसमें दो तीन बूंद हाइड्रोजन परॉक्साइड डालो। द्रवका रंग पीला हो जायगा। इसमें कास्टिक सोडा या कास्टिक पोटाशकी कुछ बूंदें मिलाओ; घोल गहरे बैंगनी रंगका हो जायगा। यह परीक्षण बहुत सुग्राही (sensitive) है [illegible]र ऑक्ज़ेलिक अम्लसे पहचान करनेके लिए प्रयुक्त होता है। ऑक्ज़ेलि[illegible] अम्ल य[illegible] परीक्षण नहीं देता।

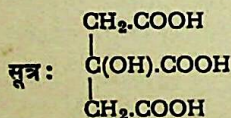
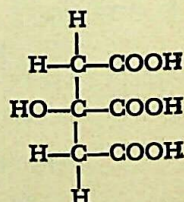
5. **रेसॉर्सिन परीक्षण.** [illegible]र्सिन (resorcin) नामक पदार्थके साथ सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें [illegible]रटरिक अम्लको या किसी टारटरेटके घोलको गर्म करनेसे गहरा लाल रंग उत्प[illegible] है। (ऑक्ज़ेलिक अम्ल यह परीक्षण नहीं देता।)

[illegible] Acid)

सूत्र :

```
CH₂.COOH
|
C(OH).COOH
|
CH₂.COOH
```

या

```
     H
     |
 H—C—COOH
     |
HO—C—COOH
     |
 H—C—COOH
     |
     H
```

साइट्रिक अम्ल एक मोनोहाइड्रॉक्सी ट्राइकार्बोक्सिलिक अम्ल है। यह मुक्त अवस्थामें थोड़ा साइट्रस वर्ग (citrus family) के सभी फलों, जैसे नींबू, सन्तरा, चकोतरा, मौसम्बी आदिमें पाया जाता है। आलू और चुक़न्दरमें यह कैल्सियम लवणके रूपमें मिलता है।

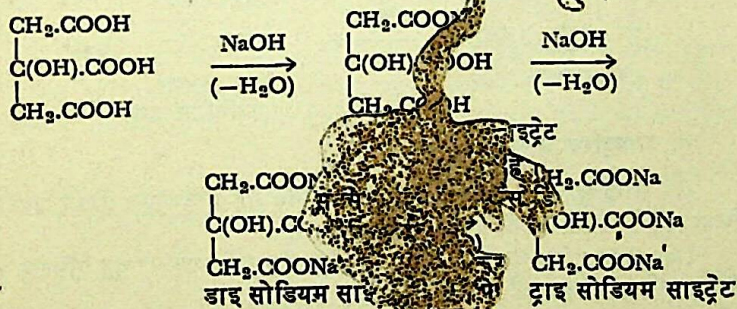
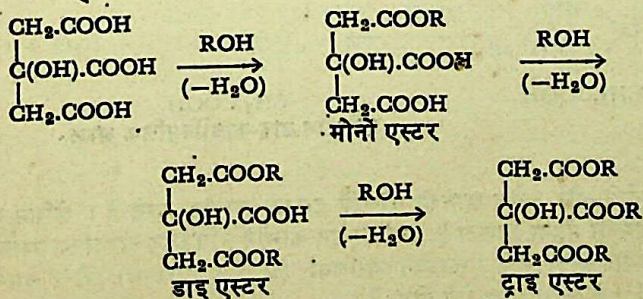
बनानेकी विधियां.

1. नींबू, सन्तरा आदिके रससे. कच्चे नींबू, सन्तरा आदिके रसमें लगभग 6–10 % तक साइट्रिक अम्ल होता है। इनसे यह अम्ल प्राप्त किया जाता है।

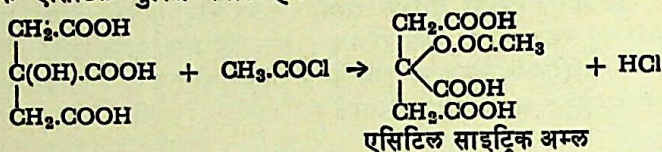
2. शीरेके किण्वनसे भी कुछ विशेष जीवाणुओंमें उपस्थित विकरों (enzymes) द्वारा साइट्रिक अम्ल बनाया जाता है।

गुण.

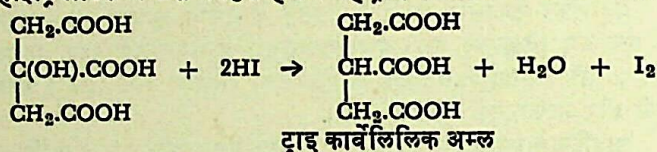
यह सफ़ेद केलासीय पदार्थ है। इसके केलासोंमें अम्लके एक अणुके साथ पानी का एक अणु (केलासन जल) युक्त रहता है। केलासन-जल युक्त अम्लका द्रवणांक 101°C और अनार्द्र (anhydrous) अम्लका द्रवणांक 153°C है। साइट्रिक अम्ल पानी और अल्कोहलमें घुलनशील है।

साइट्रिक अम्लके अणुमें एक हाइड्रॉक्सिल मूलक और तीन कार्बाक्सिल मूलक हैं, इसलिए यह एक मॉनोहाइड्रिक अल्कोहल और त्रिभास्मिक अम्लके समान व्यवहार करता है।

3. हाइड्रॉक्सिल समूहकी उपस्थितिके कारण यह एसिटिल क्लोराइडसे प्रतिक्रिया करके 'एसिटिल व्युत्पन्न' बनाता है।

$$\begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ C(OH).COOH \\ | \\ CH_2.COOH \end{array} + CH_3.COCl \rightarrow \begin{array}{l} CH_2.COOH \\ |\ \ /O.OC.CH_3 \\ C \\ |\ \ \backslash COOH \\ CH_2.COOH \end{array} + HCl$$

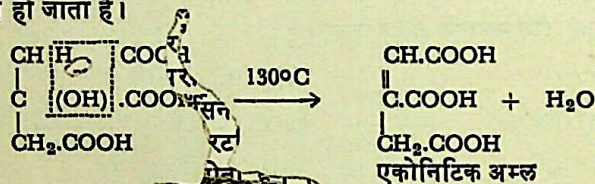
एसिटिल साइट्रिक अम्ल

4. हाइड्रियॉडिक अम्लसे अवकृत होकर यह ट्राइ कार्बेलिलिक अम्ल बनाता है।

$$\begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ C(OH).COOH \\ | \\ CH_2.COOH \end{array} + 2HI \rightarrow \begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ CH.COOH \\ | \\ CH_2.COOH \end{array} + H_2O + I_2$$

ट्राइ कार्बेलिलिक अम्ल

5. ऊष्माका प्रभाव. गर्म करने पर यह पहले लगभग 130°C पर केलासन जल त्याग देता है और अधिक गर्म करनेसे 160°C पर एकोनिटिक अम्ल और पानीमें विच्छेदित हो जाता है।

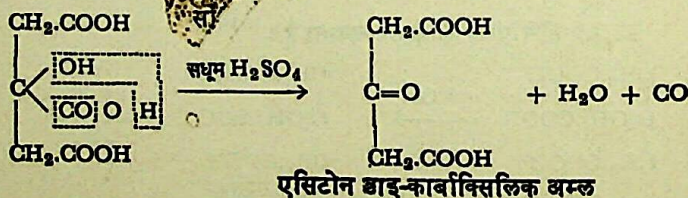
$$\begin{array}{l} CH\ \boxed{H}\ COOH \\ | \\ C\ \boxed{(OH)}.COOH \\ | \\ CH_2.COOH \end{array} \xrightarrow{130^{\circ}C} \begin{array}{l} CH.COOH \\ \| \\ C.COOH \\ | \\ CH_2.COOH \end{array} + H_2O$$

एकोनिटिक अम्ल

6. सल्फ़्यूरिक अम्ल[illegible]में।

(*i*) सान्द्र सल्फ़्[illegible]नेसे यह निर्जलीकृत होकर उपरोक्त क्रिया (5) के अनुसार [illegible] है।

(*ii*) सधूम (fumin[illegible]के साथ गर्म करने पर यह एसिटोन डाइ कार्बाक्सिलिक अम्लमें परि[illegible] है।

$$\begin{array}{l} CH_2.COOH \\ |\ \ /\boxed{OH} \\ C \\ |\ \ \backslash \boxed{CO}\,O\,\boxed{H} \\ CH_2.COOH \end{array} \xrightarrow{\text{सधूम } H_2SO_4} \begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ C{=}O \\ | \\ CH_2.COOH \end{array} + H_2O + CO$$

एसिटोन डाइ-कार्बाक्सिलिक अम्ल

उपयोग.

1. शर्बतों और अनेक खानेकी चीज़ोंमें इसका उपयोग करते हैं। लेकिन यह टारटरिक अम्लसे मँहगा मिलता है, इसलिए इन कामोंमें अधिकतर टारटरिक अम्लका उपयोग किया जाता है। मिठाईकी गोलियां (lemon drops) और लेमनेड (lemonade) में इसीका उपयोग होता है।

2. प्रयोगशालामें प्रतिकारकके रूपमें इसका उपयोग होता है।

3. बच्चोंको पिलानेवाले दूधमें सोडियम साइट्रेट मिलाते हैं—इससे दूध आसानी से पचता है।

4. फ़ेरिक अमोनियम साइट्रेटसे नीला मुद्रण काग़ज़ (blue print paper) और शरीरमें लोहेकी कमी पूरी करनेवाले टॉनिक वनाये जाते हैं।

5. रंग उद्योगमें साइट्रिक अम्ल या इसके लवण रंगवन्धक (mordant) के रूपमें प्रयुक्त होते हैं।

6. मैग्नेसियम साइट्रेटको औषधियोंमें हल्के जुल्लावके रूपमें डालते हैं।

7. सोडियम साइट्रेटको रक्तका स्कन्दन (coagulation) रोकनेके लिए भी इस्तेमाल करते हैं।

परीक्षण.

1. साइट्रिक अम्लको एक सूखी परखनलीमें लेकर गर्म करें तो वह झुलसने (charring) से पहले पिघलता है फिर कुछ तीव्र (irritating) गैसें निकलती हैं और परखनलीके अन्दरका पदार्थ धीरे-धीरे झुलसने लगता है (टारटरेटोंसे अन्तर)।

2. सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करनेसे यह बहुत धीरे-धीरे झुलसता है। पहले एकोनिटिक अम्ल वननेके कारण कुछ पीला पड़ जाता है, फिर अधिक गर्म करने पर काला हो जाता है।

3. साइट्रिक अम्ल या किसी साइट्रेटके उदा[illegible] घोलमें कैल्सियम क्लोराइडका जलीय घोल मिलाकर उबालनेसे कैल्सियम साइट्रेट[illegible] सफ़ेद अवक्षेप वनता है जो एसिटिक अम्लमें घुलनशील है। (कैल्सियम [illegible] टरेट ठण्डेमें भी अवक्षेपित हो जाते हैं।)

4. साइट्रिक अम्लका घोल कैड[illegible] के साथ एक अवक्षेप देता है जो एसिटिक अम्लमें गर्म कर[illegible] (ऑ[illegible]ज़ेलेटों और टारटरेटोंसे अन्तर)

5. साइट्रिक अम्ल या किसी साइट्र[illegible] घोलमें सिल्वर नाइट्रेटका अमोनियाकल घोल मिलानेसे सिल्वर साइट्रेटका [illegible]प बनता है। यह अमोनिया (NH_4OH) में घुल जाता है। घोलको काफ़ी देर[illegible] उबालने पर थोड़ा ही सिल्वर अवक्षेपित होता है—लेकिन दर्पण नहीं बनता। (टारटरेटोंसे अन्तर)

6. **स्टारेका परीक्षण (Stahre's test).** यह साइट्रिक अम्लके लिए एक सुग्राही (sensitive) परीक्षण है :

तनु सल्फ़्यूरिक अम्लमें साइट्रिक अम्ल या किसी साइट्रेटको घोल कर उसमें चार-पांच बूंद N/10 पोटैसियम परमैंगनेट डालो और 30–40°C तक गर्म करो। हाइड्रेटेड मैंगनीज़ डाइ ऑक्साइड (MnO_2) के अवक्षेपित होनेके कारण घोलका रंग भूरा हो जायगा। अब एक-दो बूंद अमोनियम ऑक्ज़ेलेट [$(NH_4)_2C_2O_4$] और एक घ० से० 10% सल्फ़्यूरिक अम्ल डालो जिससे घोल साफ़ हो जायगा। इसमें ब्रोमीन जलकी कुछ बूंदें मिलाने पर पेण्टा ब्रोमो एसिटोनका सफ़ेद केलासीय अवक्षेप प्राप्त होगा।

ऑक्ज़ेलिक अम्ल, टारटरिक अम्ल और साइट्रिक अम्लकी एक दूसरेसे पहचान

प्रयोग	ऑक्ज़ेलिक अम्ल	टारटरिक अम्ल	साइट्रिक अम्ल
1. अकेला गर्म करने पर	बिना झुलसे विच्छेदित होता है।	झुलसनेके साथ विच्छेदित होता है।	बहुत धीरे-धीरे झुलसता है; एकोनिटिक अम्ल बनता है।
2. सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल के साथ गर्म करने पर	बिना झुलसे विच्छेदित होता है।	झुलसनेके साथ विच्छेदित होता है।	पहले घोल पीला होता है फिर काला।
3. उदासीन घोल + कैल्सियम क्लोराइडका घोल	सफ़ेद अवक्षेप तुरन्त बनता है जो एसिटिक अम्ल में नहीं घुलता है।	सफ़ेद अवक्षेप धीरे-धीरे बनता है जो एसिटिक अम्ल में घुल जाता है।	सफ़ेद अवक्षेप गर्म करने पर ही बनता है और एसिटिक अम्ल में घुल जाता है।
4. उदासीन घोल + अमोनिया[illegible]कल सिल्वर नाइट्रेट	स[illegible]द अवक्षेप जो [illegible]धिक अमोनिया[illegible] जाता है; म[illegible] गर्म करने प[illegible] रजत द[illegible]	सफ़ेद अवक्षेप जो अधिक अमोनियामें घुल जाता है; और गर्म करने पर (60-70°C) रजत दर्पण बनाता है।	टारटरेटोंके समान—किन्तु रजत दर्पण बहुत धीरे-धीरे, वह भी उबालने पर ही बनता है।
5. उदासीन घोल + कैडमियम क्लोराइड	[illegible]	कोई अवक्षेप नहीं।	एसिटिक अम्लमें घुलनशील अवक्षेप
6. उदासीन घोल + रेसॉर्सिन + सल्फ़्यूरिक अम्ल ⟶	[illegible] नहीं [illegible]	गहरा लाल रंग।	कोई प्रभाव नहीं।
7. उदासीन घोल + फ़ेरस सल्फ़ेट (घोल) + हाइड्रोजन परॉक्साइड + क्षार	कोई प्रभाव नहीं।	पहले पीला रंग उत्पन्न होता है जो क्षार मिलाने पर बैंगनी हो जाता है।	कोई प्रभाव नहीं।
8. स्टारेका परीक्षण (देखो पृष्ठ 11)	कोई प्रभाव नहीं।	कोई प्रभाव नहीं।	पेण्टा ब्रोमो एसिटोन अवक्षेपित होता है।

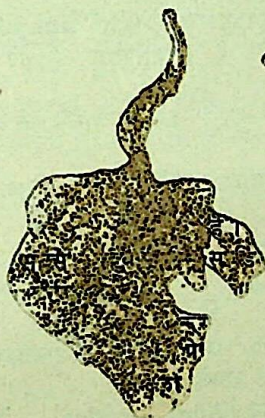
प्रश्न

1. टारटरिक अम्लके गुणोंका वर्णन इसके प्रकाशीय समावयवियों (optical isomers) की ओर विशेष संकेत करते हुए करो। (उ० प्र० 1945)

2. ऑक्ज़ेलिक अम्ल और टारटरिक अम्लोंमें भेद करनेके लिए परीक्षण दो। (उ० प्र० 1951)

3. रासायनिक परीक्षणोंसे ऑक्ज़ेलिक, टारटरिक और साइट्रिक अम्लोंको किस प्रकार एक दूसरेसे पहचानोगे ? (उ० प्र० 1959)

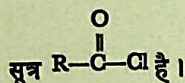
4. साइट्रिक अम्लके मुख्य गुण और उपयोग बताओ। (उ० प्र० 1958)

13

कार्बोक्सिलिक अम्लोंके अन्य व्युत्पन्न

(Other Derivatives of Carboxylic Acids)

अब हम अम्लोंके उन व्युत्पन्नोंका अध्ययन करेंगे जो अम्लके कार्बोक्सिलिक मूलकके H या OH को किसी परमाणु या मूलक द्वारा प्रतिस्थापित करनेसे बनते हैं। ये मुख्यतया पांच प्रकारके होते हैं :

1. अम्ल क्लोराइड (Acid chlorides). —COOH के—OH भाग की जगह एक क्लोरीन परमाणु आ जानेसे अम्ल क्लोराइड बनते हैं। इनका सामान्य

सूत्र $R-\overset{\text{O}}{\overset{\|}{C}}-Cl$ है।

2. अम्ल अनहाइड्राइड (Acid anhydrides). किसी कार्बोक्सिलिक अम्ल (R.COOH) के कार्बोक्सिल मूलकके हाइड्रोजन परमाणुके स्थान पर

एसाइल मूलक $\left(R'-C\lessdot^{O}\right)$ के [illegible] जानेसे बने हुए यौगिकको 'अम्ल अनहाइड्राइड'

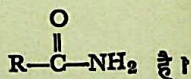
कहते हैं। इनका सामान्य [illegible] है :

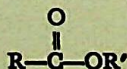
R — [illegible]

R'— [illegible] O [illegible]

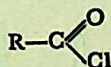
यदि R और R' एक [illegible] 'सरल अनहाइड्राइड' और भिन्न हों तो 'मिश्रित अनहाइड्राइड' बनते हैं।

3. अम्ल एमाइड (Acid amides). ये—COOH समूहके—OH को —NH_2 द्वारा प्रतिस्थापित करनेसे बनते हैं। इनका सामान्य सूत्र

$$R-\overset{\text{O}}{\overset{\|}{C}}-NH_2$$ है।

4. एस्टर. —COOH के हाइड्रोजन परमाणुकी जगह किसी एल्किल समूह के आ जानेसे बने यौगिकको 'एस्टर' कहते हैं। इनका सामान्य सूत्र निम्नलिखित है :

$$R-\overset{\text{O}}{\overset{\|}{C}}-OR'$$

(यहां $R = H$ या एल्किल मूलक; $R' =$ कोई एल्किल मूलक)

5. **लवण.** ये—COOH के हाइड्रोजन परमाणुको किसी धातु (या अमोनियम मूलक) द्वारा प्रतिस्थापित करनेसे बनते हैं; जैसे R—COONa। इनका वर्णन अम्लोंके साथ हो चुका है।

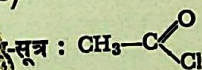
अम्ल क्लोराइड (Acid-chlorides) $R{-}C{\lesssim}^{O}_{Cl}$

$R{-}C{\lesssim}^{O}$ या $C_nH_{2n+1}{-}C{\lesssim}^{O}$ मूलकको 'एसाइल मूलक' कहते हैं। इसलिए एल्किल कार्बोक्सिलिक अम्लों (R—COOH या $C_nH_{2n+1}COOH$ के अम्ल क्लोराइडों $\left(R{-}COCl \text{ या } C_nH_{2n+1}C{-}{\lesssim}^{O}_{Cl} \right)$ को 'एसाइल क्लोराइड' भी कहते हैं। अम्ल क्लोराइडोंके नाम सम्बद्ध (corresponding) अम्लोंके नामों पर होते हैं। किसी अम्लके नाममें से 'इक अम्ल' निकालकर 'इल क्लोराइड' लगा देनेसे अम्ल क्लोराइडका नाम बन जाता है। जैसे—

H.COOH (फ़ॉर्मिक अम्ल) से H.CO.Cl (फ़ॉर्मिल क्लोराइड)

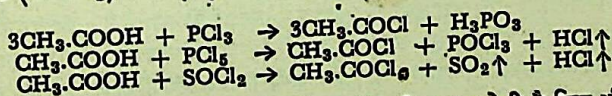
CH_3.COOH (एसिटिक अम्ल) से CH_3.COCl (एसिटिल क्लोराइड)

एसाइल क्लोराइडोंकी सधर्ममालाका पहला स[illegible]स्य H.CO.Cl ($R = H$) है। यह साधारण ताप पर बहुत अस्थायी होनेके का[illegible] फ़ौरन [illegible]O और HCl में विच्छेदित हो जाता है। एसिटिल क्लोराइड (C[illegible].COCl) जो इस श्रेणीका दूसरा यौगिक है, सबसे महत्त्वपूर्ण त[illegible]ा प्रतिनिधि सदस्[illegible] typical member) है।

एसिटिल क्लोरा[illegible]ride)

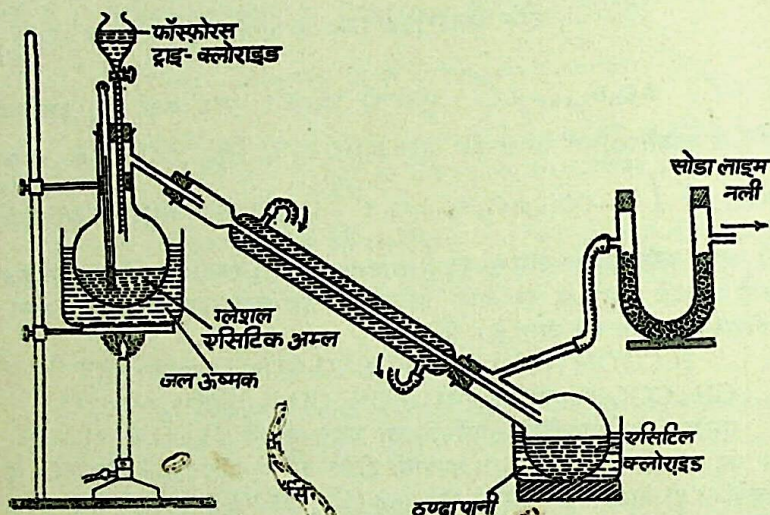
युक्ति सूत्र : CH_3.COCl [illegible] -सूत्र : $CH_3{-}C{\lesssim}^{O}_{Cl}$

बनानेकी विधियां.

1. ग्लेशल एसिटिक अम्लको फ़ॉस्फ़ो[illegible] पेण्टा क्लोराइड या थायोनिल क्लोराइड ($SOCl_2$) के साथ गर्म करके (प्रयो[illegible] विधि) :

$$3CH_3.COOH + PCl_3 \rightarrow 3CH_3.COCl + H_3PO_3$$
$$CH_3.COOH + PCl_5 \rightarrow CH_3.COCl + POCl_3 + HCl\uparrow$$
$$CH_3.COOH + SOCl_2 \rightarrow CH_3.COCl + SO_2\uparrow + HCl\uparrow$$

यद्यपि फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइक्लोराइडके इस्तेमालसे लब्धि कम होती है फिर भी प्रयोगशालामें एसिटिल क्लोराइड बनानेके लिए यही सर्वोत्तम प्रतिकारक है क्योंकि फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टा क्लोराइड और थायोनिल क्लोराइडसे एसिटिल क्लोराइड बनानेमें एसिटिल क्लोराइडको $POCl_3$ या $SOCl_2$ (जो वाष्पशील होनेके कारण थोड़ा-बहुत एसिटिल क्लोराइडके साथ आसवित हो जाते हैं) से अलग करना बहुत कठिन है। फ़ॉस्फ़ोरस ट्राइ- क्लोराइडके इस्तेमालसे यह कठिनाई नहीं

होती क्योंकि H_3PO_3 अवाष्पशील होनेके कारण एसिटिल क्लोराइडके साथ आसवित नहीं होता है।

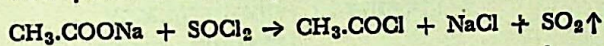
प्रयोग. एक आसवन फ़्लास्कमें 48 ग्राम ग्लेशल एसिटिल अम्ल लो। इसमें एक विन्दुकीप और संघनित्र जोड़ दो (चित्र 33)।

चित्र 33. प्रयोगश[illegible]में एसिटिल क्लो[illegible]ड बनाना।

संघनित्रके दूसरे सिरे [illegible] लगाओ जिसकी पार्श्व नली (side tube) से एक सोडा-ल[illegible]ी जुड़ी हो। सोडा-लाइम हाइड्रोजन क्लोराइडको अवशोषि[illegible]लास्कको ठण्डे पानीमें रखो और-विन्दु कीपसे धीरे-धी[illegible] 42 [illegible] ट्राइ क्लोराइड टपकाओ। जल ऊष्मकको गर्म करके लगभ[illegible] ताप 48—50°C पर स्थिर रखो। हाइड्रोजन क्लोराइड गैस पहले ते[illegible]लती है और बादमें उसका निकलना धीमा हो जाता है। जब गैस निकलनी [illegible]न्द हो जाय तब ताप 100°C तक पहुँचा दो। एसिटिल क्लोराइड आसवित होकर संग्राहकमें इकट्ठा हो जाता है। आसवन फ़्लास्क में बचा हुआ पदार्थ फ़ॉस्फ़ोरस अम्ल है। एसिटिल क्लोराइडमें दो-तीन बूंद ग्लेशल एसिटिक अम्ल मिलाकर दुबारा आसवन करो। 50-55°C के बीच शुद्ध एसिटिल क्लोराइड प्राप्त होगा।

---

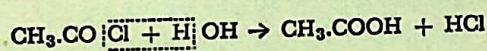
* सोडा-लाइम कुछ पार्श्व प्रतिक्रियाओंमें बनी हुई हाइड्रोजन क्लोराइड गैसको अवशोषित करता है तथा संग्राहक फ़्लास्कके अन्दरकी हवाको जल वाष्प अवशोषित करके, शुष्क रखता है (जल-वाष्पकी उपस्थिति एसिटिल क्लोराइडको जल-विच्छेदित कर देती है)।

2. **कल्पन.** सोडियम एसिटेटको थायोनिल क्लोराइड ($SOCl_2$) के साथ आसवित करके एसिटिल क्लोराइड बड़ी मात्रामें बनाया जाता है।

$$CH_3.COONa + SOCl_2 \rightarrow CH_3.COCl + NaCl + SO_2\uparrow$$

गुण.

यह रंगहीन और तीक्ष्ण गन्धवाला द्रव है जिसका क्वथनांक 52°C है। एसिटिल क्लोराइड बहुत क्रियाशील यौगिक है, इसलिए यह बहुत सारे यौगिकोंसे क्रिया करता है और बहुत महत्त्वपूर्ण प्रतिकारक है। इसमें उपस्थित कार्बन क्लोरीन (C—Cl) बन्धन एक दुर्बल बन्धन है, इसलिए आसानीसे टूट जाता है। यही इसकी क्रियाशीलताका मुख्य कारण है।

1. **जलविच्छेदन.** पानी द्वारा यह साधारण ताप पर ही आसानीसे विच्छेदित होकर एसिटिक अम्ल और हाइड्रोजन क्लोराइड बनाता है।

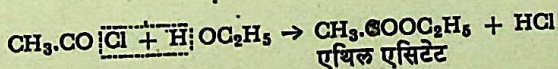
$$CH_3.CO\,\boxed{Cl + H}\,OH \rightarrow CH_3.COOH + HCl$$

नम हवामें खुला रहने पर इसमेंसे जो धुआं-सा निकलता है, वह हाइड्रोजन क्लोराइड गैस (HCl) है।

2. **एसिटिलीकरण.** निम्नलिखित मूलकोंके ह[illegible]इड्रोजन परमाणुओंको 'सक्रिय हाइड्रोजन' परमाणु (active hydrogen atom) क[illegible]ते हैं क्योंकि[illegible] ये बहुत क्रियाशील होते हैं :

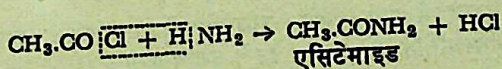
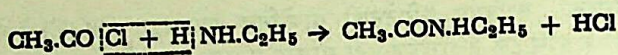
(क) हाइड्रॉक्सी मू[illegible]—OH
(ख) एमीनो मूलक—[illegible]H_2
(ग) मर्कैप्टन मूलक—SH

जिन यौगिकोंमें ये मूलक होते [illegible] है। [illegible]इड तेजीसे प्रतिक्रिया करता है और इनके हाइड्रोजन प[illegible] CO—(एसिटिल) मूलक द्वारा प्रतिस्थापित कर देता है। इस क्रिया[illegible]करण' (acetylation) कहते हैं अर्थात् किसी यौगिकमें एसिटिल समूह [illegible]विष्ट करना (introduction) 'एसिटिलीकरण' कहलाता है। एसिटिलीकरणके उदाहरण निम्न हैं :

(क) अल्कोहलोंके एसिटिलीकरणसे एस्टर बनते हैं। जैसे,

$$CH_3.CO\,\boxed{Cl + H}\,OC_2H_5 \rightarrow \underset{\text{एथिल एसिटेट}}{CH_3.COOC_2H_5} + HCl$$

(ख) अमोनिया और एमीनोंके एसिटिलीकरणसे 'अम्ल एमाइड' या प्रतिस्थापित (substituted) अम्ल एमाइड बनते हैं :

$$CH_3.CO\,\boxed{Cl + H}\,NH_2 \rightarrow \underset{\text{एसिटेमाइड}}{CH_3.CONH_2} + HCl$$

$$CH_3.CO\,\boxed{Cl + H}\,NH.C_2H_5 \rightarrow CH_3.CON.HC_2H_5 + HCl$$

एथिलेमीन एथिल एसिटेमाइड (प्रतिस्थापित एमाइड)

[हाइड्रॉक्सी और एमीनो यौगिकोंके एसिटिलीकरणका रासायनिक विश्लेषणमें बहुत महत्त्व है। किसी यौगिकमें हाइड्रॉक्सिल मूलकों या एमीनो मूलकोंकी उपस्थिति का पता लगाने और उनकी संख्या अनुमापित (estimate) करनेके लिए इसका उपयोग किया जाता है। यौगिकका एसिटिलीकरण होनेसे उसके अणुमें सक्रिय हाइड्रोजन परमाणुकी जगह $CH_3.CO$ समूह आ जाता है। इस तरह उस यौगिकके एक अणुमें ($CH_2.CO$) का योग होता है, याने उसका अणु-भार 42 ($= 12 + 2 + 12 + 16$) इकाई बढ़ जाता है। इसलिए किसी यौगिकमें हाइड्रॉक्सिल या एमीनो मूलकोंकी संख्या ज्ञात करनेके लिए

(क) पहले यौगिकका अणु-भार W ज्ञात कर लेते हैं।

(ख) फिर उस यौगिकको पूरी तरह एसिटिलीकृत करके प्राप्त यौगिकका अणु-भार A मालूम करते हैं। इससे मूल यौगिकमें हाइड्रॉक्सिल या एमीनो (जो भी उसमें है) मूलकोंकी संख्या 'n' निम्नलिखित सूत्र द्वारा मिलती है—

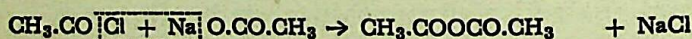
$$n = \frac{A - W}{42}\,]$$

3. अवकरण (रोज़ेनमुण्ड प्र[illegible]क्रिया). उपयुक्त उ[illegible]रककी उपस्थितिमें हाइड्रोजन द्वारा अवकृत होकर यह एसि[illegible]ल्डिहाइड दे[illegible]

$$CH_3C{=}O\ [illegible] \rightarrow CH_3C(=O)H + HCl$$

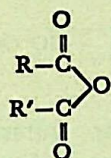
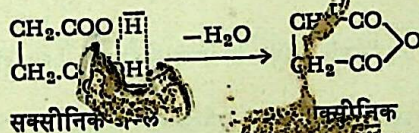
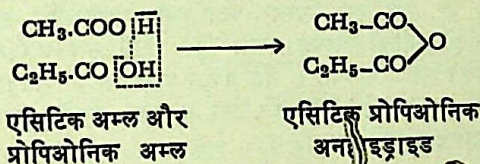
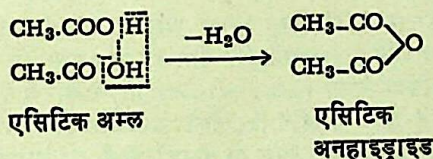
(दे[illegible]—ए[illegible]हाइड बनानेकी विधियां)

4. कार्बाक्सिलिक अम्लोंके अनार्द्र (anhydrous) सोडियम लवणोंके साथ गर्म करनेसे यह अम्ल अनहाइड्राइड बनाता है। जैसे,

$$CH_3.CO\,\boxed{Cl + Na}\,O.CO.CH_3 \rightarrow CH_3.COOCO.CH_3 + NaCl$$

सोडियम एसिटेट एसिटिक अनहाइड्राइड

उपयोग.

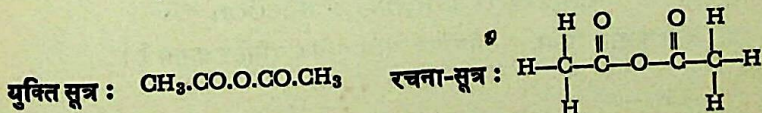
1. इसे कार्बनिक यौगिकोंमें—OH, NH_2 और >NH मूलकोंकी संख्या मालूम करनेके लिए प्रतिकारकके रूपमें इस्तेमाल करते हैं।

2. बहुत-से महत्त्वपूर्ण पदार्थ जैसे, एसिटेनिलाइड, एसिटिक अनहाइड्राइड, एसिटेमाइड और प्रतिस्थापित एसिटेमाइड इससे बनाये जाते हैं।

अम्ल अनहाइड्राइडोंके नाम उन अम्लों पर रखे जाते हैं जिनके वे व्युत्पन्न होते हैं, जैसे—

अम्ल अनहाइड्राइडोंकी श्रेणीमें सबसे महत्वपूर्ण एसिटिक अनहाइड्राइड है और यह इस समुदायके अन्य यौगिकोंके [illegible] का प्रतिनिधित्व भी करता है।

(फ़ॉर्मिक अम्लका अनहाइड्राइड ज्ञात नहीं है।)

एसिटिक अनहाइड्राइड (Acetic Anhydride)

युक्ति सूत्र : $CH_3.CO.O.CO.CH_3$ रचना-सूत्र :

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$$

बनानेकी विधियां.

1. शुद्ध एसिटिक अम्लको फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टॉक्साइड या और किसी उपयुक्त निर्जलीकारकके साथ गर्म करके :

$$CH_3.COO\,\boxed{H + HO}\,OC.CH_3 \xrightarrow{P_2O_5} \begin{matrix} CH_3.CO \\ CH_3.CO \end{matrix}\!\!>O + H_2O$$

एसिटिक अनहाइड्राइड

2. **प्रयोगशाला विधि.** प्रयोगशालामें एसिटिक अनहाइड्राइड गलित (fused) अनार्द्र सोडियम एसिटेट पर एसिटिल क्लोराइडकी क्रियासे बनाया जाता है।

$$CH_3.CO.O\,\boxed{Na + Cl}\,CO.CH_3 \longrightarrow \begin{matrix} CH_3.CO \\ CH_3.CO \end{matrix}\!\!>O + NaCl$$

एक रिटॉर्टमें 50 ग्राम महीन पिसा अनार्द्र सोडियम एसिटेट लो और गर्म करके उसे पिघला लो। विन्दु कीप द्वारा इसमें धीरे-धीरे 35 ग्राम एसिटिल क्लोराइड डालो (देखो चित्र 34) प्रतिक्रिया-ऊष्मा (heat of reaction) के कारण ताप बढ़ जायगा। मिश्रणको अच्छी तरह हिलाओ और रिटॉर्टको पानीसे ठण्डा करो और संघनित्रसे जोड़कर प्रतिक्रिया-मिश्रणका रेणु-ऊष्मक या तारकी जाली पर आसवन करो। संघनित्रके दूसरे सिरे पर रखे हुए संग्राहक फ्लास्ककी पार्श्वनलीमें अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड भरा हो जो नमीको शोषित करता रहे। 135° से 140°C ताप तक आसवित होनेवाले द्रवको एकत्र कर लो। यह अशुद्ध एसिटिक अनहाइड्राइड है। इसमें थोड़ा अनार्द्र सोडियम एसिटेट मिलाकर फिर आसंवन करनेसे 139°C पर शुद्ध एसिटिक अनहाइड्राइड प्राप्त होगा।

गुण.

यह रंगहीन द्रव है जिसमें एसिटिक अम्ल जैसी खरी गन्ध होती है। इसका क्वथनांक 139°C है।

एसिटिक अनहाइड्राइडकी प्रतिक्रियाएं एसिटिल क्लोराइडकी प्रतिक्रियाओंके ही समान हैं (दोनोंमें $CH_3.CO$ मूलक है) लेकिन एसिटिक अनहाइड्राइड, एसिटिल क्लोराइडसे कम क्रियाशील है क्योंकि इसमें Cl परमाणुकी जगह कम क्रियाशील $CH_3.CO.O$ मूलक है।

1. **जलविच्छेदन.** ठण्डे पानीकी क्रियासे जल-विच्छेदन बहुत धीरे-धीरे होता है (एसिटिल क्लोराइडसे तुलना करो)। गर्म पानीसे जल-विच्छेदनकी गति कुछ तेज हो जाती है और क्षारोंकी उपस्थितिमें जल-विच्छेदन काफ़ी तेज गतिसे होता है। जल-विच्छेदनके फलस्वरूप एसिटिक अम्ल बनता है।

$$(CH_3.CO)_2O + H_2O \rightarrow 2CH_3.COOH$$

2. **अल्कोहलोंसे क्रिया.** ऐथेनॉलके साथ एथिल एसिटेट बनता है।

$$\begin{matrix} CH_3-C{=}O \\ \quad\;\; > O \\ CH_3-C{=}O \end{matrix} + 2C_2H_5OH \rightarrow 2CH_3-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + H_2O$$

एथिल एसिटेट

3. **अमोनियासे क्रिया.** एसिटेमाइड और अमोनियम एसिटेटका मिश्रण बनता है—

$$CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3 + 2NH_3 \rightarrow CH_3-C(=O)NH_2 + CH_3-C(=O)ONH_4$$

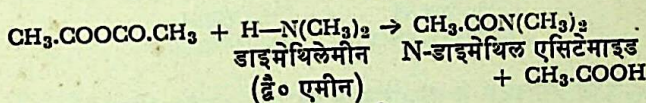
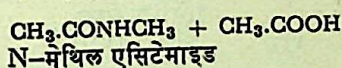
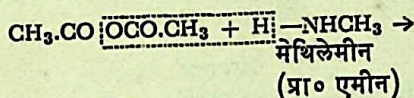
एसिटेमाइड — अमो॰ एसिटेट

4. **प्राथमिक और द्वैतीयिक एमीनोंसे क्रिया.** प्रतिस्थापित एमाइड और एसिटिक अम्ल वनते हैं।

$$CH_3.CO\,\boxed{OCO.CH_3 + H}\,—NHCH_3 \rightarrow CH_3.CONHCH_3 + CH_3.COOH$$

मेथिलेमीन (प्रा॰ एमीन) — N–मेथिल एसिटेमाइड

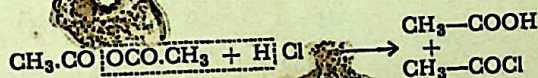
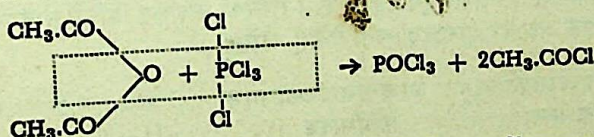
$$CH_3.COOCO.CH_3 + H—N(CH_3)_2 \rightarrow CH_3.CON(CH_3)_2 + CH_3.COOH$$

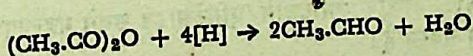
डाइमेथिलेमीन (द्वै॰ एमीन) — N-डाइमेथिल एसिटेमाइड

त्रैतीयिक एमीनोंसे कोई क्रिया नहीं होती क्योंकि उनमें सक्रिय हाइड्रोजन परमाणु नहीं होता।

5. **शुष्क हाइड्रोजन क्लोराइड गैससे क्रिया.** एसिटिल क्लोराइड और एसिटिक अम्ल बनता है।

$$CH_3.CO\,\boxed{OCO.CH_3 + H}\,Cl \longrightarrow CH_3—COOH + CH_3—COCl$$

6. **फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टॉक्लोराइडसे क्रिया.**

$$(CH_3.CO)_2O + PCl_3Cl_2 \rightarrow POCl_3 + 2CH_3.COCl$$

7. **अवकरण.** सोडियम अमलगम द्वारा इसे एसिटल्डिहाइडमें अवकृत किया जा सकता है।

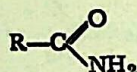
$$(CH_3.CO)_2O + 4[H] \rightarrow 2CH_3.CHO + H_2O$$

उपयोग.

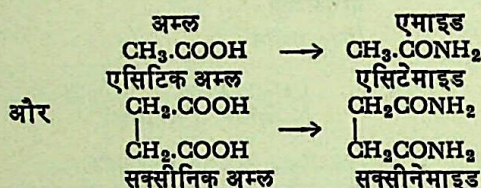
1. एसिटिक अनहाइड्राइडका उपयोग सक्रिय हाइड्रोजन परमाणुवाले यौगिकों के 'एसिटिलीकरण' के लिए और एमीनो, हाइड्रॉक्सी तथा एमीनो यौगिकोंमें क्रमशः $—NH_2$, $—OH$, $>NH$ मूलकोंकी संख्या ज्ञात करनेके लिए किया जाता है।

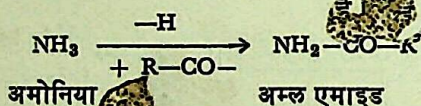
2. अनेक कार्बनिक यौगिकोंके बनानेमें इसका उपयोग होता है। कृत्रिम रेशम उद्योगमें आवश्यक सेलुलोज़ एसिटेट बनानेके लिए इसका विशेष महत्त्व है।

3. कुछ रंगों और दवाइयोंके बनानेमें भी इसका उपयोग किया जाता है।

अम्ल एमाइड (Acid Amides)

$$R-C\begin{cases}O \\ NH_2\end{cases}$$

किसी अम्लके कार्बाक्सिल मूलक (—COOH) के हाइड्रॉक्सिल समूहके स्थान पर—NH_2 (एमीनो मूलक) के आ जानेसे बने हुए यौगिकोंको 'अम्ल एमाइड' कहते हैं। जैसे,

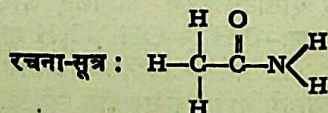
	अम्ल		एमाइड
	$CH_3.COOH$	⟶	$CH_3.CONH_2$
	एसिटिक अम्ल		एसिटेमाइड
और	$CH_2.COOH$ | $CH_2.COOH$	⟶	CH_2CONH_2 | CH_2CONH_2
	सक्सीनिक अम्ल		सक्सीनेमाइड

अम्ल एमाइडों' के लाक्षणिक मूलक (characteristic radical) $-CONH_2$ या $—\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$ को 'एमीडो मूलक' (amido radical) कहते हैं। 'अम्ल एमाइडों' को अमोनियाका एसाइल (R—CO—) व्युत्पन्न भी कह सकते हैं।

$$\underset{\text{अमोनिया}}{NH_3} \xrightarrow[+\ R-CO-]{-H} \underset{\text{अम्ल एमाइड}}{NH_2-CO-R}$$

नामकरण : अम्ल एमाइडोंके नाम रखनेकी प्रचलित विधिमें सम्बन्धित अम्लके नामसे 'इक' हटाकर 'एमाइड' लगा देते हैं, जैसे—

सम्बन्धित अम्लका नाम	अम्ल एमाइडका नाम	अम्ल एमाइडका सूत्र
फ़ॉर्मिक अम्ल	फ़ॉर्मेमाइड	$H-CO.NH_2$
एसिटिक अम्ल	एसिटेमाइड	$CH_3-CO.NH_2$

$R-CONH_2$ श्रेणीके एमाइडोंमें एसिटेमाइड सबसे महत्त्वपूर्ण है। यह इस श्रेणीका प्रतिनिधि सदस्य है।

एसिटेमाइड (Acetamide)

युक्ति सूत्र : $CH_3.CO.NH_2$ **रचना-सूत्र :** $H-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N\begin{cases}H \\ H\end{cases}$

बनानेकी विधियां.

1. एसिटिल क्लोराइड, एसिटिक अनहाइड्राइड या एथिल एसिटेट पर अमोनियाके सान्द्र जलीय घोलकी क्रिया द्वारा.

(क) $CH_3.CO\,\boxed{Cl + H}\!-\!NH_2 \rightarrow CH_3.CO.NH_2 + HCl$

$$HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$$

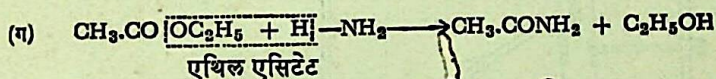
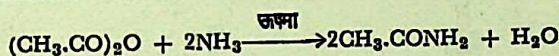
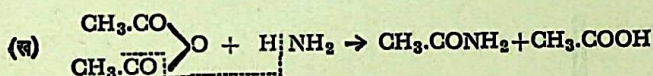
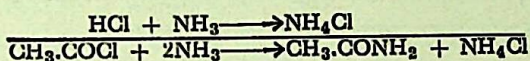
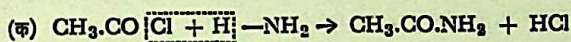
$$\overline{CH_3.COCl + 2NH_3 \longrightarrow CH_3.CONH_2 + NH_4Cl}$$

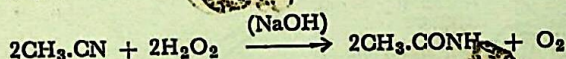
(ख) $\begin{matrix} CH_3.CO \\ CH_3.CO \end{matrix}\!\!>\!O + H\,|\,NH_2 \rightarrow CH_3.CONH_2 + CH_3.COOH$

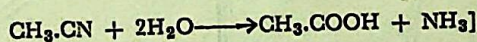
$$\underline{CH_3.COOH + NH_3 \rightarrow CH_3.CONH_4 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CH_3.CONH_2 + H_2O}$$

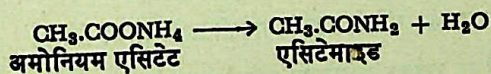
$$(CH_3.CO)_2O + 2NH_3 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} 2CH_3.CONH_2 + H_2O$$

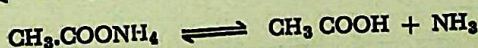
(ग) $CH_3.CO\,\boxed{OC_2H_5 + H}\!-\!NH_2 \longrightarrow CH_3.CONH_2 + C_2H_5OH$

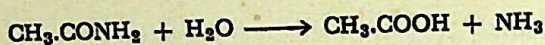
एथिल एसिटेट

2. मेथिल सायनाइ[illegible]CH$_3$CN) के आंशिक जलविच्छेदन द्वारा: आंशिक जलविच्छेदनके लिए [illegible]ल [illegible]यनाइड पर क्षारकी उपस्थितिमें हाइड्रोजन परॉक्साइडकी क्रिया कर[illegible]

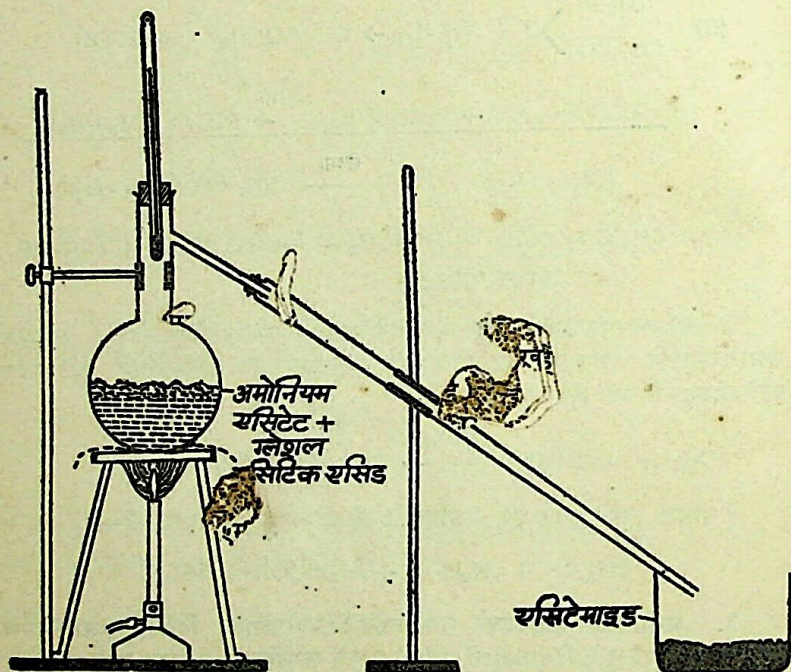
$$2CH_3.CN + 2H_2O_2 \xrightarrow{(NaOH)} 2CH_3.CONH_{[illegible]} + O_2$$

[मेथिल सायनाइडके पूर्ण जलविच्छेदनसे एसिटि[illegible] बनता है—

$$CH_3.CN + 2H_2O \longrightarrow CH_3.COOH + NH_3]$$

3. अमोनियम एसिटेटको गर्म करके : (प्रयोगशाला विधि). अमोनियम एसिटेटको एक बन्द नली (sealed tube) में गर्म करनेसे एसिटेमाइड बनता है—

$$\underset{\text{अमोनियम एसिटेट}}{CH_3.COONH_4} \longrightarrow \underset{\text{एसिटेमाइड}}{CH_3.CONH_2} + H_2O$$

इस विधिमें कुछ अमोनियम एसिटेट, अमोनिया और एसिटिक अम्लमें विघटित (dissociate) हो जाता है—

$$CH_3.COONH_4 \rightleftharpoons CH_3.COOH + NH_3$$

और कुछ एसिटेमाइड प्रथम प्रतिक्रियामें बने पानी द्वारा विच्छेदित होकर एसिटिक अम्ल और अमोनिया बना देता है।

$$CH_3.CONH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3.COOH + NH_3$$

इन पार्श्व क्रियाओंके कारण एसिटेमाइडकी लब्धि कम हो जाती है। लेकिन थोड़ेसे ग्लेशल एसिटिक* अम्लकी उपस्थितिमें पार्श्व प्रतिक्रियाएं बहुत कम होती हैं। इसीलिए प्रयोगशालामें शुष्क अमोनियम एसिटेटको ग्लेशल एसिटिक अम्लके साथ आसवित करके एसिटेमाइड बनाया जाता है।

एक गोल पेंदेके फ़्लास्कमें 40 ग्राम शुष्क अमोनियम एसिटेट और 50 ग्राम ग्लेशल एसिटिक अम्ल लेकर उसमें रिफ़्लक्स संघनित्र (reflux condenser) लगाओ

चित्र 34. एसिटेमाइड बनानेकी प्रयोगशाला विधि।

और तारकी जाली पर रखकर फ़्लास्कको लगभग 3 घण्टे तक गर्म करो। अब फ़्लास्कको एक झुके हुए वायु संघनित्र (sloping air condenser) से जोड़ दो और आसवन शुरू करो। 160°C से ऊपरके ताप पर आनेवाले आसुतको एक आसवन फ़्लास्कमें

---

* एसिटिक अम्ल, पार्श्व प्रतिक्रियाओंका भी क्रियाफल होनेके कारण इन प्रतिक्रियाओंको विपरीत दिशामें प्रोत्साहित करता है जिससे एसिटेमाइडकी लब्धि बढ़ती है।

एकत्र करो। इस आसुतका पुनर्आसवन करो और 220°-225°C के बीच आनेवाले आसुतको इकट्ठा करो। यह सफ़ेद रंगके ठोसमें परिणत हो जायगा। इसे ईथरसे पुनर्क्लासित करो। एसिटेमाइडके लम्बे सुई जैसे रवे प्राप्त होंगे।

गुण.

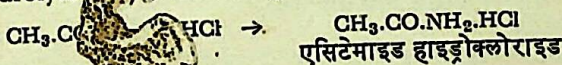
यह रंगहीन, प्रक्लेद्य (deliquescent), केलासीय पदार्थ है। शुद्ध एसिटेमाइड गन्धहीन होता है किन्तु अशुद्ध एसिटेमाइडमें चूहोंकी-सी दुर्गन्ध आती है। इसका द्रवणांक 82°C और क्वथनांक 222°C है। यह पानी और अल्कोहलमें घुलनशील है।

एसिटेमाइडका अणु तीन मूलकोंसे मिलकर बना है—

$$\underset{\text{मेथिल}}{CH_3} + \underset{\text{कार्बोनिल}}{CO} + \underset{\text{एमीनो}}{NH_2}$$

इसकी रासायनिक प्रतिक्रियाएं इन्हीं मूलकोंकी प्रतिक्रियाएं हैं। चूंकि एसिटिल समूह ($CH_3.CO^-$) या विशेषतया कार्बोनिल मूलक ($>CO$) के कारण अम्लीय गुण उत्पन्न होते हैं और—NH_2 मूलकमें भास्मिक गुण होते हैं, इसलिए इन दोनों मूलकों की उपस्थितिके कारण एसिटेमाइड साधारणतया उदासीन यौगिक है, लेकिन कुछ प्रतिक्रियाओंमें यह सौम्य भास्मिक या सौम्य अम्लीय प्रकृति भी प्रदर्शित करता है।

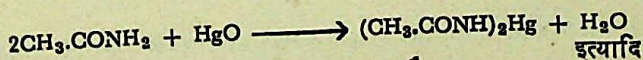
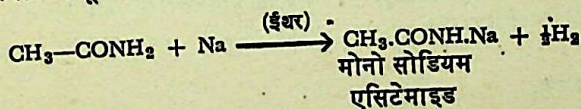
1. हाइड्रोक्लोरिक अम्लके साथ. एक अस्थायी और बहुत सरलतासे जलविच्छेदनीय (hydrolyse[illegible]) लवण बनता है—

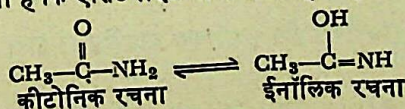
$$CH_3.C[illegible]HCl \rightarrow \underset{\text{एसिटेमाइड हाइड्रोक्लोराइड}}{CH_3.CO.NH_2.HCl}$$

[इस प्रतिक्रियामें एसिटेमाइड सौम्य भस्म (base) है।]

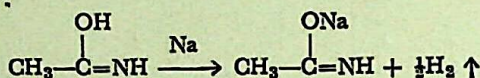
2. कुछ धातुओं (या धातुई ऑक्साइडोंके) साथ. सोडियम और सिल्वर आदि धातुओं तथा मरक्यूरिक ऑक्साइडके साथ एसिटेमाइड लवण बनाता है।

$$CH_3—CONH_2 + Na \xrightarrow{\text{(ईथर)}} \underset{\text{मोनो सोडियम एसिटेमाइड}}{CH_3.CONH.Na} + \tfrac{1}{2}H_2$$

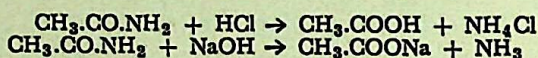
$$2CH_3.CONH_2 + HgO \longrightarrow (CH_3.CONH)_2Hg + H_2O$$

इत्यादि

[इन प्रतिक्रियाओंमें एसिटेमाइड सौम्य अम्ल है। अम्लीय गुणको समझानेके लिए यह माना जाता है कि एसिटेमाइड दो रूपोंमें रहता है—

$$\underset{\text{कीटोनिक रचना}}{CH_3—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—NH_2} \rightleftharpoons \underset{\text{ईनॉलिक रचना}}{CH_3—\overset{\overset{OH}{|}}{C}=NH}$$

ये दोनों रूप साम्यावस्था (equilibrium state) में रहते हैं। ईनॉलिक रूपमें उपस्थित —OH समूहका हाइड्रोजन परमाणु ही वास्तवमें धातु परमाणु द्वारा विस्थापित होता है।

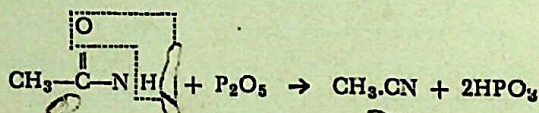
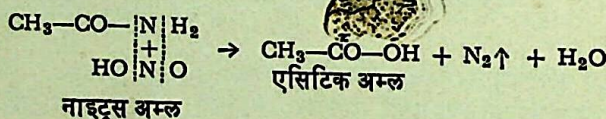
$$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}=NH \xrightarrow{Na} CH_3-\overset{ONa}{\overset{|}{C}}=NH + \tfrac{1}{2}H_2\uparrow$$

ईनॉलिक रूपके अस्तित्वका प्रमाण यह है कि प्रत्येक एसिटेमाइड अणुमें सिर्फ़ एक हाइड्रोजन परमाणु ही इस प्रकार विस्थापित किया जा सकता है।]

3. जल-विच्छेदन. गुनगुने और तनु अम्लों या क्षारों द्वारा यह निम्नलिखित समीकरणोंके अनुसार आसानीसे जल-विच्छेदित होता है :

$$CH_3.CO.NH_2 + HCl \rightarrow CH_3.COOH + NH_4Cl$$
$$CH_3.CO.NH_2 + NaOH \rightarrow CH_3.COONa + NH_3$$

4. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टॉक्साइडके साथ (गर्म करने पर). मेथिल सायनाइड बनता है।

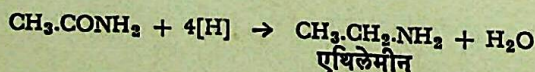
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2 + P_2O_5 \rightarrow CH_3.CN + 2HPO_3$$

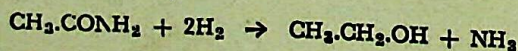
5. नाइट्रस अम्लके साथ प्रतिक्रिया.

$$\underset{\text{नाइट्रस अम्ल}}{CH_3-CO-NH_2 + HONO} \rightarrow \underset{\text{एसिटिक अम्ल}}{CH_3-CO-OH} + N_2\uparrow + H_2O$$

यह एमीनो मूलक ($-NH_2$) की विशिष्ट प्रतिक्रिया है, इसलिए हर एमीनो यौगिक यह प्रतिक्रिया देता है।

6. अवकरण.

(क) सोडियम और एथेनॉल (C_2H_5OH) द्वारा अवकृत करनेसे एथिलेमीन होता है—

$$CH_3.CONH_2 + 4[H] \rightarrow \underset{\text{एथिलेमीन}}{CH_3.CH_2.NH_2} + H_2O$$

(ख) साधारण हाइड्रोजन गैस (आण्विक हाइड्रोजन) द्वारा अवकरण करनेसे एथेनॉल बनता है।

$$CH_3.CONH_2 + 2H_2 \rightarrow CH_3.CH_2.OH + NH_3$$

7. हॉफ़मैन प्रतिक्रिया. एसिटेमाइड और ब्रोमीनके घोलको कास्टिक पोटाश के साथ गर्म करनेसे यह मेथिलेमीन ($CH_3.NH_2$) में परिणत हो जाता है। यह हॉफ़मैन प्रतिक्रिया कहलाती है। यह क्रिया कई पदोंमें पूरी होती है।

$$CH_3—CO—NH_2 + Br_2 \xrightarrow{+KOH} CH_3.CO.NHBr + KBr + H_2O$$

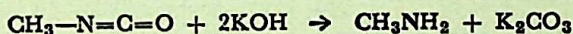
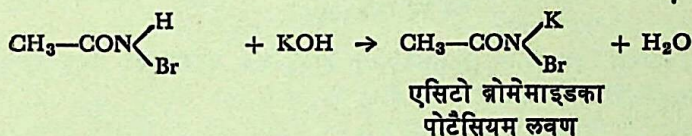
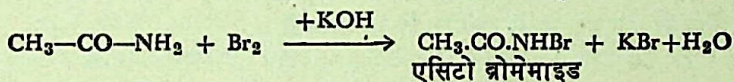
एसिटो ब्रोमेमाइड

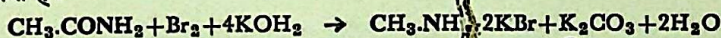
$$CH_3—CON\begin{matrix} H \\ Br \end{matrix} + KOH \rightarrow CH_3—CON\begin{matrix} K \\ Br \end{matrix} + H_2O$$

एसिटो ब्रोमेमाइडका पोटैसियम लवण

$$CH_3—CONKBr \rightarrow CH_3-N=C=O + KBr$$

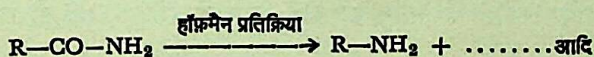
मेथिल आइसो सायनेट

$$CH_3—N=C=O + 2KOH \rightarrow CH_3NH_2 + K_2CO_3$$

सब पदोंको मिलाकर पूरी प्रतिक्रियाको निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त कर सकते हैं :

$$CH_3.CONH_2 + Br_2 + 4KOH_2 \rightarrow CH_3.NH_2 + 2KBr + K_2CO_3 + 2H_2O$$

दो कारणोंसे यह प्रतिक्रिया बहुत महत्त्वपूर्ण है :

(*i*) यह प्राथमिक एमीनोंको द्वैतीयिक और त्रैतीयिक एमीनोंसे अलग शुद्ध रूप में प्राप्त करनेकी सर्वोत्तम विधि है।

(*ii*) किसी यौगिककी कार्बन-शृंखलामें एक कार्बन परमाणु कम करनेके लिए इसे इस्तेमाल कर सकते हैं क्योंकि इस क्रिया द्वारा अम्ल एमाइड एक कार्बन परमाणु कम वाले प्राथमिक एमीनमें बदल जाता है; याने सामान्य रूपसे—

$$R—CO—NH_2 \xrightarrow{\text{हॉफ़मैन प्रतिक्रिया}} R—NH_2 + \ldots\ldots\text{आदि}$$

उदाहरणार्थ एसिटिक अम्लको फ़ॉर्मिक अम्लमें बदलना :

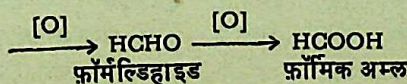
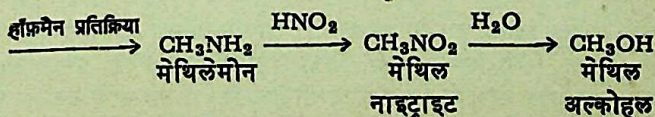
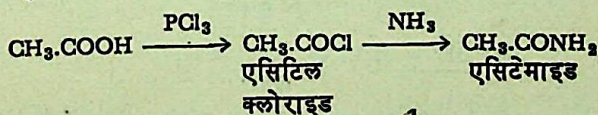
$$CH_3.COOH \xrightarrow{PCl_3} CH_3.COCl \xrightarrow{NH_3} CH_3.CONH_2$$

एसिटिल क्लोराइड; एसिटेमाइड

$$\xrightarrow{\text{हॉफ़मैन प्रतिक्रिया}} CH_3NH_2 \xrightarrow{HNO_2} CH_3NO_2 \xrightarrow{H_2O} CH_3OH$$

मेथिलेमीन; मेथिल नाइट्राइट; मेथिल अल्कोहल

$$\xrightarrow{[O]} HCHO \xrightarrow{[O]} HCOOH$$

फ़ॉर्मेल्डिहाइड; फ़ॉर्मिक अम्ल

उपयोग.

1. एसिटेमाइड कुछ रसायनों (chemicals) के बनानेमें उपयोग किया जाता है। इसका एक व्युत्पन्न (डाइ एथिल ब्रोमो एसिटेमाइड) 'न्यूरोनल' के नामसे नींद लानेवाली औषधके रूपमें उपयोग किया जाता है।

2. इसे आयनिक घोलक (ionising solvent) के रूपमें उपयोग करते हैं।

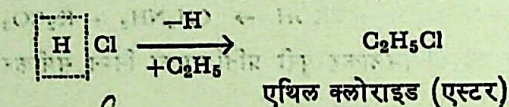
एस्टर (Esters)

किसी अम्लमें आयनशील (ionisable) हाइड्रोजन परमाणुकी जगह किसी एल्किल समूहके आ जानेसे एस्टर बनता है।

$$CH_3.COO\boxed{H} \xrightarrow[+C_2H_5]{-H} CH_3.COO.C_2H_5$$

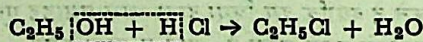
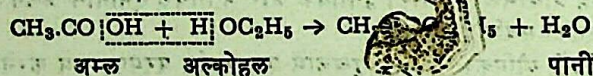
एथिल एसिटेट (एस्टर)

$$\boxed{H}Cl \xrightarrow[+C_2H_5]{-H} C_2H_5Cl$$

एथिल क्लोराइड (एस्टर)

साधारणतया जब अल्कोहल पर कोई कार्बनिक या अकार्बनिक अम्ल क्रिया करता है तो एस्टर और पानी बनते हैं।

$$CH_3.CO\boxed{OH + H}OC_2H_5 \rightarrow CH_3.COO.C_2H_5 + H_2O$$

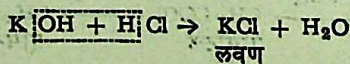
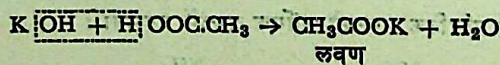
अम्ल अल्कोहल [illegible] पानी

$$C_2H_5\boxed{OH + H}Cl \rightarrow C_2H_5Cl + H_2O$$

यदि अल्कोहलके स्थान पर कोई भस्म लें जैसे, KOH तो लवण और पानी बनते हैं।

$$K\boxed{OH + H}OOC.CH_3 \rightarrow CH_3COOK + H_2O$$

लवण

$$K\boxed{OH + H}Cl \rightarrow KCl + H_2O$$

लवण

लवणमें धातु होती है और एस्टरमें एल्किल समूह। दोनों ही उपयुक्त हाइड्रॉक्सी यौगिक (अल्कोहल या भस्म) और अम्लसे जलका अणु हटाकर बनाये जा सकते हैं। अम्ल और अल्कोहलकी क्रिया (एस्टरीकरण) से एस्टरोंका बनना प्रत्यक्षतः अम्ल और भस्मकी क्रिया (उदासीनीकरण) से लवणोंके बननेके समान है किन्तु यह समानता केवल ऊपरी (superficial) है। वास्तवमें एस्टरीकरण और एस्टर, उदासीनीकरण और लवणसे बिल्कुल भिन्न हैं। इनके भेद अगले पृष्ठ पर उद्धृत तालिकामें दिये गये हैं :

एस्टरीकरण और एस्टर	उदासीनीकरण और लवण
1. एस्टरीकरण आण्विक प्रतिक्रिया (molecular reaction) है और काफ़ी मन्द गतिसे होती है।	1. उदासीनीकरण आयनिक प्रतिक्रिया (ionic reaction) है और तेज़ गतिसे होती है।
2. एस्टरीकरण उत्क्रमणीय प्रतिक्रिया है।	2. उदासीनीकरण अनुत्क्रमणीय होता है।
3. सभी एस्टर धीरे-धीरे जल-विच्छेदित होते हैं।	3. केवल कुछ प्रकारके लवण ही पानी द्वारा विच्छेदित होते हैं।
4. एस्टर जलीय घोलोंमें आयनित नहीं होते।	4. लवण जलीय घोलोंमें हमेशा आयनित अवस्थामें रहते हैं।
5. एस्टरोंके जलीय घोल उदासीन होते हैं।	5. लवणोंके जलीय घोल, उदासीन, अम्लीय या भास्मिक कुछ भी हो सकते हैं।
6. एस्टर अधिकतर वाष्पशील सुगन्धित द्रव होते हैं।	6. लवण बहुधा अवाष्पशील और केलासीय ठोस होते हैं।
7. एस्टर पानीमें बहुत कम घुलते हैं किन्तु कार्वनिक घोलकोंमें [illegible]शील हैं।	7. अधिकतर लवण पानीमें सुगमता से घुल जाते हैं किन्तु कार्वनिक घोलकों में कम घुलते हैं।
8. अल्कोहल, [illegible]म्लोंसे क्रिया होने पर एस्टर [illegible] भस्म (base) नहीं हैं क्योंकि ये घोलमें —OH आयन नहीं देते।	8. लवणोंको बनानेवाले भस्म घोल में —OH आयन देते हैं।
9. किसी कार्वनिक अम्ल और अल्कोहलकी क्रियासे जब 'एस्टर' बनता है तो —COOH समूहका —OH भाग अल्कोहलीय —OH के हाइड्रोजन से मिलकर पानीका अणु बनाता है।	9. किसी कार्वनिक अम्ल और भस्मकी क्रियासे जब 'लवण' बनता है तो अम्लका हाइड्रोजन भस्मके हाइड्रॉक्सिल मूलकसे मिलकर पानीका अणु बनाता है।
R—CO⁞OH+H⁞O—R' ⟶ एस्टर + पानी	R—COO⁞H+HO⁞—K ⟶ लवण + पानी

एस्टर दो प्रकारके होते हैं :

1. **अकार्बनिक एस्टर.** अकार्बनिक अम्लोंके हाइड्रोजन परमाणुको एल्किल समूहसे प्रतिस्थापित करने पर अकार्बनिक एस्टर बनते हैं। जैसे एल्किल हेलाइड हैलोजन अम्लोंके एस्टर हैं।

2. **कार्बनिक एस्टर.** ये कार्बनिक अम्लोंसे बनते हैं। इनकी संख्या बहुत अधिक है। अधिकतर एस्टर हमारे लिए बहुत उपयोगी हैं। घी, तेल, और अन्य वसाएं तथा बहुत-से मोम—ये सब एस्टर ही हैं। एस्टर अधिकतर पौधोंसे मिलते हैं, जड़, तना, पत्ती, फूल, फल और बीजोंमेंसे ये निकाले जाते हैं। बहुत सारे एस्टर बहुत अच्छी खुशबू देते हैं और इसीलिए सुगन्धके काम आते हैं। आजकल संश्लेषण द्वारा उपयोगी एस्टरोंका निर्माण कर लिया जाता है।

कुछ महत्त्वपूर्ण कार्बाक्सिलिक अम्लोंके एस्टर निम्नलिखित हैं :

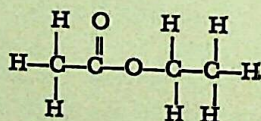
$HCOO.CH_3$	मेथिल फ़ॉर्मेट
$HCOO.C_2H_5$	एथिल फ़ॉर्मेट
$CH_3.COO.CH_3$	मेथिल एसिटेट
$CH_3.COO.C_2H_5$	एथिल एसिटेट
$C_2H_5.COO.CH_3$	मेथिल प्रोपिओनेट
$C_2H_5.COO.C_2H_5$	एथिल प्रोपिओनेट आदि

एस्टरोंके नामका पहला भाग उस एल्किल मूलक पर होता है जो अम्लके विस्थापनीय हाइड्रोजनकी जगह लेता है और दूसरा भाग अम्लीय समूहका नाम होता है जैसे फ़ॉर्मेट, एसिटेट, सल्फ़ेट आदि।

एथिल एसिटेट (Ethyl Acetate)

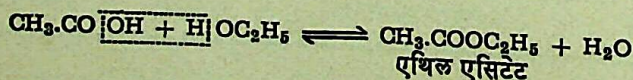
युक्ति-सूत्र : $CH_3.COOC_2H_5$

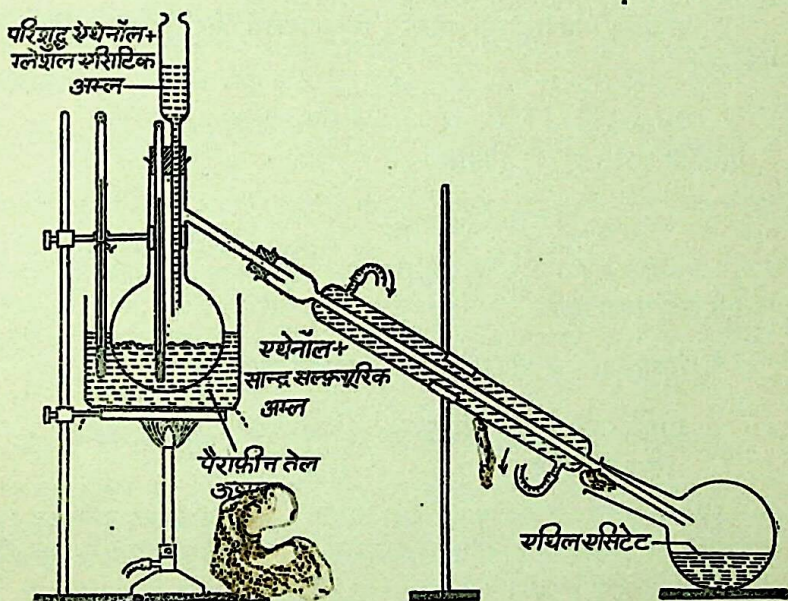
रचना-सूत्र :

$$H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H$$

यह मोनोकार्बाक्सिलिक अम्लोंके एस्टरोंमें सबसे महत्त्वपूर्ण एस्टर है।

बनानेकी विधियां.

1. **एस्टरीकरण द्वारा.** अल्कोहल और अम्लकी क्रियासे एस्टर बनानेको एस्टरीकरण कहते हैं, जैसे—

$$CH_3.CO\boxed{OH + H}OC_2H_5 \rightleftharpoons \underset{\text{एथिल एसिटेट}}{CH_3.COOC_2H_5} + H_2O$$

यह क्रिया उत्क्रमणीय है, इसलिए एस्टरकी अधिक लब्धि प्राप्त करनेके लिए प्रतिक्रियामें बने हुए पानीको हटाना आवश्यक है। इस कामके लिए सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल या शुष्क हाइड्रोजन क्लोराइड गैसका उपयोग करते हैं। ये पानीको हटानेके साथ-साथ हाइड्रोजन आयन भी देते हैं जो इस क्रियाको उत्प्रेरित करते हैं।

प्रयोगशालामें बनाना. प्रयोगशालामें एथिल एसिटेट सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल (उत्प्रेरक और जलशोषक) की उपस्थितिमें परिशुद्ध (absolute) अल्कोहल और ग्लेशल एसिटिक अम्लको गर्म करके बनाते हैं।

चित्र 35. एथिल एसिटेट बनानेकी प्रयोगशाला विधि।

एक आसवन फ़्लास्कमें लगभग 50 घ० से० एथेनॉल और उतना ही सल्फ़्यूरिक अम्ल लो। फ़्लास्कके मुंह पर एक बिन्दु-कीप और थर्मामीटर, जिसका बल्ब द्रवमें डूबा रहे, लगा हो। बिन्दु-कीपमें ग्लेशल एसिटिक अम्ल और परिशुद्ध अल्कोहलका बराबर-बराबर आयतनका मिश्रण रखो। फ़्लास्कको तेल-ऊष्मक पर गर्म करो। जब ताप 140°C हो जाय तो बिन्दु-कीपसे अम्ल-अल्कोहल मिश्रण बूंद-बूंद टपकाओ। अम्ल-अल्कोहल मिश्रणके टपकानेकी गति संग्राहक-पात्रमें आसुतके एकत्र होनेकी गतिके बराबर होनी चाहिए। आसुतमें एथिल एसिटेटके अतिरिक्त कुछ एथेनॉल, एसिटिक अम्ल, ईथर, सल्फ़्यूरिक अम्ल और पानी भी मिला होता है।

शुद्धिकरण. आसुतको एक पृथक्कारी कीपमें सोडियम कार्बोनेटके सान्द्र घोल के साथ हिलाओ। सोडियम कार्बोनेट अम्लीय अशुद्धियों (जैसे $CH_3.COOH$, H_2SO_4) के साथ क्रिया करके सोडियम लवणोंके जलीय घोलकी निचली तह बनायेगा। इस तहको टोंटी खोलकर निकाल लो। एस्टरकी ऊपरी तह कीपमें बच रहेगी। इसको कैल्सियम क्लोराइडके सान्द्र घोलके साथ हिलाकर थोड़ी देरके

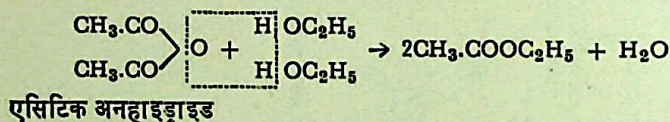
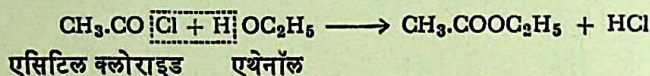
लिए छोड़ दो जिससे एथेनॉल और कुछ पानी उसमें घुलकर निचली तह बनायेंगे। इसे निकाल देनेके बाद भी एस्टरमें कुछ पानी रह जाता है। यह अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइड पर सुखानेसे दूर हो जाता है। सुखानेके बाद एक बार फिर आसवित करनेसे 77-79°C पर शुद्ध एथिल एसिटेट मिलता है।

2. एसिटिल क्लोराइड या एसिटिक अनहाइड्राइड और एथेनॉलके मिश्रणको गर्म करके :

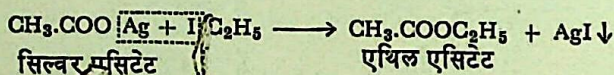
$$CH_3.CO\,\boxed{Cl + H}\,OC_2H_5 \longrightarrow CH_3.COOC_2H_5 + HCl$$

एसिटिल क्लोराइड एथेनॉल

$$\begin{matrix} CH_3.CO \\ CH_3.CO \end{matrix}\Big\rangle\boxed{O + \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}}\begin{matrix} OC_2H_5 \\ OC_2H_5 \end{matrix} \rightarrow 2CH_3.COOC_2H_5 + H_2O$$

एसिटिक अनहाइड्राइड

3. सिल्वर एसिटेट और एथिल आयोडाइडकी प्रतिक्रियासे :

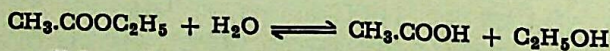
$$CH_3.COO\,\boxed{Ag + I}\,C_2H_5 \longrightarrow CH_3.COOC_2H_5 + AgI\downarrow$$

सिल्वर एसिटेट एथिल एसिटेट

सिल्वर हेलाइड अवक्षेपित हो जाता है और [illegible]व एथिल एसिटेटसे छान कर अलग कर देते हैं। यह विधि उन दशाओंमें [illegible]से उपयोगी है जहां सीधे 'एस्टरीकरण' सम्भव नहीं होता।

गुण.

यह एक रंगहीन द्रव है (क्वथनांक 78°C)। इसमें पके हुए केलोंकी सुगन्ध होती है।

1. जल-विच्छेदन. सभी एस्टर जल-विच्छेदित होकर अम्ल और अल्कोहल बनाते हैं।

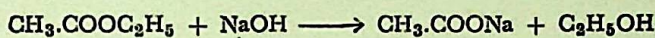
$$CH_3.COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3.COOH + C_2H_5OH$$

यह एस्टरोंकी सबसे महत्त्वपूर्ण क्रिया है। जल-विच्छेदन तीन प्रकारसे हो सकता है :

(क) अति तप्त भाप (superheated steam) द्वारा,

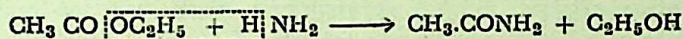
(ख) क्षारोंके साथ गर्म करके,

(ग) अकार्बनिक अम्लोंके साथ गर्म करके,

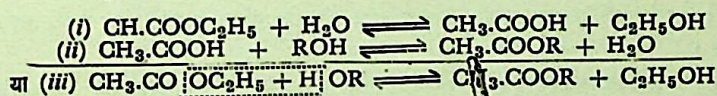
(घ) और (ग) विधियोंसे जल-विच्छेदन तेज़ीसे होता है। जल-विच्छेदनकी क्रिया 'एस्टरीकरण' की उल्टी है। क्षारों द्वारा जल-विच्छेदन करनेसे अम्लका सोडियम या पोटैसियम लवण प्राप्त होता है।

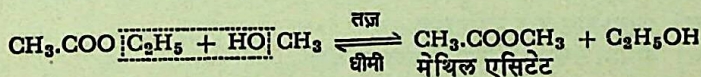
$$CH_3.COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3.COONa + C_2H_5OH$$

ऊंचे एल्केनोइक अम्लोंके सोडियम या पोटैसियम लवण 'साबुन' होते हैं, इसलिए इस प्रतिक्रियाको अर्थात् एस्टरोंके क्षारीय जल-विच्छेदनको **'साबुनीकरण'** (**saponification**) कहते हैं।

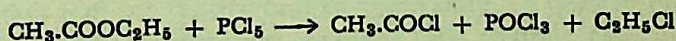
2. **अमोनोविच्छेदन (Ammonolysis).** अमोनिया गैस या अमोनियाके अल्कोहलीय घोलसे प्रतिक्रिया करके यह एसिटेमाइड और एथेनॉल बनाता है।

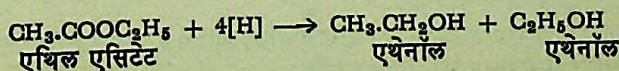
$$CH_3\,CO\,\vdots\,OC_2H_5 + H\,\vdots\,NH_2 \longrightarrow CH_3.CONH_2 + C_2H_5OH$$

इस प्रतिक्रियामें अमोनिया द्वारा एस्टरका विच्छेदन होता है, इसलिए इसको 'अमोनोविच्छेदन' कहते हैं।

3. **अल्कोहल विच्छेदन (Alcoholysis).** किसी अकार्बनिक अम्ल (जैसे सल्फ्यूरिक अम्ल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आदि) की उपस्थितिमें एथिल एसिटेटको किसी अल्कोहलके साथ गर्म करनेसे निम्न समीकरणोंके अनुसार प्रतिक्रिया होती है :

$$(i)\ CH.COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3.COOH + C_2H_5OH$$
$$(ii)\ CH_3.COOH + ROH \rightleftharpoons CH_3.COOR + H_2O$$
$$\text{या } (iii)\ CH_3.CO\,\vdots\,OC_2H_5 + H\,\vdots\,OR \rightleftharpoons CH_3.COOR + C_2H_5OH$$

इस प्रतिक्रियामें पहले [illegible]के जल-विच्छेदनसे अम्ल और अल्कोहल बनते हैं फिर अम्ल दूसरे अल्कोह[illegible] एस्टर बनाता है। इस पूरी प्रतिक्रियाको अल्कोहल-विच्छेदन कहते हैं क्योंकि [illegible] समीकरण (*iii*) से स्पष्ट है, इस प्रतिक्रियामें एस्टर का अल्कोहल द्वारा विच्छेदन होता है। यहां यदि R, C_2H_5 से बड़ा है जैसे C_3H_7 तो प्रतिक्रिया बहुत धीरे-धीरे होती है, किन्तु यदि R, C_2H_5 से छोटा है जैसे CH_3 हो तो प्रतिक्रिया तेजीसे होगी। इस प्रकार किसी एस्टरको उससे निम्न एस्टरमें बदला जा सकता है। एथिल एसिटेटको मेथिल एसिटेटमें बदलना निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित होगा :

$$CH_3.COO\,\vdots\,C_2H_5 + HO\,\vdots\,CH_3 \underset{\text{धीमी}}{\overset{\text{तज़}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{मेथिल एसिटेट}}{CH_3.COOCH_3} + C_2H_5OH$$

4. **फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइडकी क्रियासे.** सभी एस्टर अम्ल क्लोराइड बनाते हैं, जैसे एथिल एसिटेटके साथ एसिटिल क्लोराइड बनता है :

$$CH_3.COOC_2H_5 + PCl_5 \longrightarrow CH_3.COCl + POCl_3 + C_2H_5Cl$$

5. **अवकरण.** नवजात हाइड्रोजन (सोडियम और एथेनॉलके मिश्रणसे प्राप्त) द्वारा अवकरण करनेसे अल्कोहल बनता है।

$$\underset{\text{एथिल एसिटेट}}{CH_3.COOC_2H_5} + 4[H] \longrightarrow \underset{\text{एथेनॉल}}{CH_3.CH_2OH} + \underset{\text{एथेनॉल}}{C_2H_5OH}$$

उपयोग.

गोंद, तेल, रेज़िन और सेलुलोज़ नाइट्रेटके घोलकके रूपमें, और एथिल एसिटो-एसिटेट तथा इत्र बनानेमें। स्फूर्तिदायक औषधियों (stimulants) में और अनेक औषधियोंकी दुर्गन्ध दबानेके लिए इसको इस्तेमाल किया जाता है।

परीक्षण.

एथिल एसिटेटको सोडियम हाइड्रॉक्साइडके घोलके साथ गर्म करके जल-विच्छेदित करो। इससे एथेनॉल और सोडियम एसिटेट बनेंगे। इनके लिए अलग-अलग परीक्षण करो (जिनका वर्णन पहले किया जा चुका है), इसी तरह किसी भी एस्टरकी पहचानके लिए उसका जल-विच्छेदन करके उसके जल-विच्छेद्यों (hydrolyates) को पहचाना जाता है।

प्रश्न

1. एसिटिल क्लोराइडका रचना-सूत्र लिखो और इसकी दो मुख्य क्रियाएं लिखो।

2. एसिटिल क्लोराइडके बनानेकी विधि स्वच्छ चित्र खींचकर समझाओ। एसिटिल क्लोराइडकी निम्न पर क्या क्रिया होती है ?—(क) एथिल अल्कोहल, (ख) अमोनिया, (ग) सोडियम एसिटेट (घ) एनिलीन।

3. एसिटिक अनहाइड्राइडके भौतिक और [illegible] गुणोंका वर्णन करो। (उ० प्र० 1945, 47)

4. निम्नलिखितके बनानेकी दो विधियां और तीन मुख्य गुण लिखो :
(क) एसिटिल क्लोराइड (ख) एसिटेमाइड (ग) एसिटिक अनहाइड्राइड।

5. एसिटेमाइडको एसिटिक अम्लसे कैसे बनाया जाता है ? यह निम्नलिखित पदार्थोंसे कैसे क्रिया करता है ?
(क) नाइट्रस अम्ल
(ख) फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टाक्लोराइड
(ग) ब्रोमीन तथा कास्टिक पोटाश का घोल
(घ) गर्म सान्द्र क्षारका घोल।
(उ० प्र० 1954, 56)

6. 'एस्टर' किसे कहते हैं ? एथिल एसिटेटको एसिटिल क्लोराइडसे कैसे बनाया जा सकता है। एथिल एसिटेट पर निम्नलिखितकी क्या क्रिया होती है ?
(क) अमोनिया, (ख) फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टा क्लोराइड, (ग) गर्म सोडियम हाइड्रॉक्साइड घोल। (उ० प्र० 1954, 56)

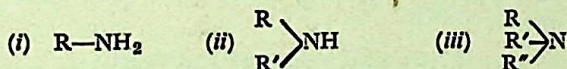
7. एस्टर क्या है ? एस्टर और लवणमें क्या भेद हैं; निम्नलिखित यौगिकोंमें कौन लवण हैं और कौन एस्टर—
साबुन, ग्लिसरिल ट्राइ नाइट्रेट, मेथिल अमोनियम क्लोराइड, मेथिल ऑक्ज़ेलेट, ऐनिलीन हाइड्रोक्लोराइड और मेथिल फ़ॉर्मेट। (उ० प्र० 1958)

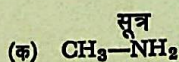
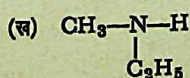
14

एमीन

(Amines)

अमोनिया (NH_3) के एक, दो या तीनों हाइड्रोजन परमाणुओंको उतने ही एक-संयोजक हाइड्रोकार्बन मूलकों द्वारा प्रतिस्थापित करनेसे बने यौगिकोंको 'एमीन' कहते हैं। इस तरह एमीन तीन प्रकारके होते हैं—

(*i*) $R—NH_2$ (*ii*) $\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix} \rangle NH$ (*iii*) $\begin{matrix} R \\ R' \\ R'' \end{matrix} \rangle N$

जहां R,R′ और R″ कोई भी एक-संयोजक हाइड्रोकार्बन मूलक हैं। हम उन 'एमीनो' का ही अध्ययन करेंगे जिनमें R,R′ और R″ एल्किल मूलक होंगे। इन्हें एल्किलेमीन कहते हैं। अमोनियाके एक हाइड्रोजन परमाणुके प्रतिस्थापनसे बने एमीन ($R—NH_2$) प्राथमिक (primary) एमीन हैं। दो हाइड्रोजन परमाणुओंके प्रति-स्थापनसे बने एमीन (RN[illegible]) द्वैतीयिक (secondary) और तीन हाइड्रोजन परमाणुओंके प्रतिस्थापनसे [illegible] (RN.R′.R″) त्रैतीयिक (tertiary, टर्शरी) एमीन हैं। अतः प्राथमिक [illegible] लाक्षणिक मूलक $—NH_2$ है, द्वैतीयिक एमीनों का लाक्षणिक मूलक >NH है और त्रैतीयिक एमीनोंका लाक्षणिक मूलक >N है। जिन द्वैतीयिक या त्रैतीयिक एमीनोंमें सब हाइड्रोकार्बन-मूलक एकसे होते हैं, उन्हें **'सरल एमीन'** और जिनमें भिन्न होते हैं उन्हें **'मिश्रित एमीन'** कहते हैं। इन एमीनोंसे मिलते-जुलते एक और यौगिक हैं जिन्हें **'चातुर्थिक अमोनियम यौगिक'** (quarternary ammonium compounds) कहते हैं। ये $NH_4.X$ के व्युत्पन्न हैं जिनमें NH_4. के चारों हाइड्रोजन परमाणु एल्किल मूलकों द्वारा विस्थापित हो गये हैं जैसे—टेट्रा मेथिल अमोनियम हाइड्रॉक्साइड $(CH_3)_4N.OH$.

नामकरण. नाइट्रोजन परमाणुसे संयुक्त हाइड्रोकार्बन मूलकोंके नामोंमें 'एमीन' शब्द जोड़ देनेसे एमीनका नाम बन जाता है, जैसे—

	सूत्र	नाम
(क)	$CH_3—NH_2$	मेथिलेमीन
(ख)	$CH_3—N(C_2H_5)—H$	मेथिल एथिलेमीन (मिश्रित)

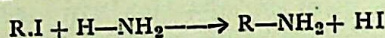
नोट. मिश्रित एमीनोंमें सबसे सरल या छोटे मूलकका नाम सबसे पहले लिया जाता है।

बनानेकी सामान्य विधियां.

एमीन बनानेकी कुछ विधियां ऐसी हैं जिनसे तीनों प्रकारके 'एमीन' बनाये जा सकते हैं और कुछ ऐसी जिनसे किसी एक प्रकारका 'एमीन' ही बनाया जा सकता है।

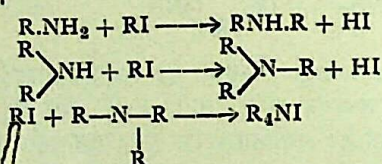
(क) तीनों प्रकारके एमीन देनेवाली विधियां.

1. **हॉफ़मैन की विधि.** इस विधिमें एल्किल आयोडाइड (R.I) को अमोनियाके अल्कोहलीय घोलके साथ एक बन्द नली (sealed tube) में गर्म करते हैं। पहले एल्किल आयोडाइडके अमोनो-विच्छेदनसे प्राथमिक एकीन और हाइड्रोजन आयोडाइड बनते हैं—

$$R.I + H—NH_2 \longrightarrow R—NH_2 + HI$$

द्वैतीयिक और त्रैतीयिक एमीन तथा चातुर्थिक अमोनियम लवण निम्न समीकरणों के अनुसार बनते हैं।

$$R.NH_2 + RI \longrightarrow RNH.R + HI$$

$$R_2NH + RI \longrightarrow R_2N—R + HI$$

$$RI + R—N(R)—R \longrightarrow R_4NI$$

यदि अमोनियाके अल्कोहलीय घोलके बजाय [illegible] अमोनिया लिया जाय तो मुख्य रूपसे प्राथमिक एमीन बनेगा।

2. **अल्कोहलोंके अमोनो-विच्छेदनसे.** [illegible]की वाष्प और अमोनिया गैसके सम्पीडित मिश्रणको गर्म उत्प्रेरक (थोरिया ThO_2) पर प्रवाहित करते हैं। प्राथमिक, द्वैतीयिक और त्रैतीयिक एमीनोंका मिश्रण बनता है (चातुर्थिक अमोनियम यौगिक नहीं बनता)। अधिक (excess) अमोनिया होने पर प्राथमिक एमीनकी लब्धि अधिक होती है।

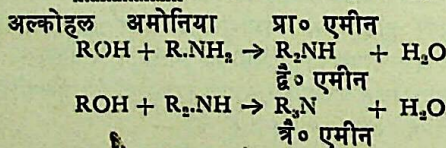
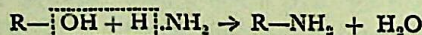
$$R—\boxed{OH + H}.NH_2 \rightarrow R—NH_2 + H_2O$$

अल्कोहल अमोनिया प्रा० एमीन

$$ROH + R.NH_2 \rightarrow R_2NH + H_2O$$

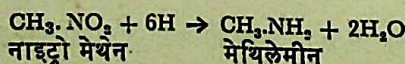
द्वै० एमीन

$$ROH + R_2.NH \rightarrow R_3N + H_2O$$

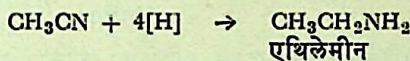
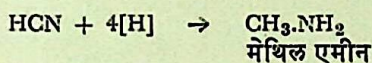
त्रै० एमीन

(ख) केवल प्राथमिक एमीन देनेवाली विधियां.

1. **नाइट्रो एल्केनोंके अवकरणोंसे (जिनिनकी विधि).** नाइट्रोएल्केनों ($R—NO_2$) को सोडियम और अल्कोहल द्वारा प्राप्त हाइड्रोजनसे अवकृत किया जाता है, जैसे—

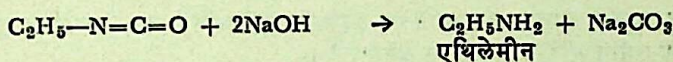
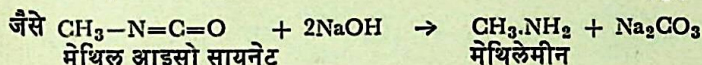
$$CH_3.NO_2 + 6H \rightarrow CH_3.NH_2 + 2H_2O$$

नाइट्रो मेथेन मेथिलेमीन

2. सायनाइडोंके अवकरणसे. (सोडियम और अल्कोहलसे प्राप्त हाइड्रोजन द्वारा $C_2H_5OH + Na \rightarrow C_2H_5ONa + H$), जैसे—

$$HCN + 4[H] \rightarrow CH_3.NH_2$$
मेथिल एमीन

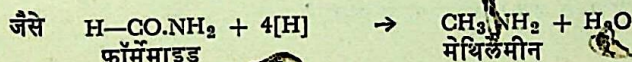
$$CH_3CN + 4[H] \rightarrow CH_3CH_2NH_2$$
एथिलेमीन

3. एल्किल आइसो सायनेटोंको क्षारोंके साथ उबाल कर (वुट्र्सकी विधि).

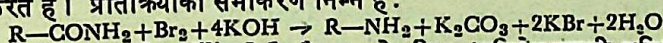
जैसे $CH_3-N=C=O + 2NaOH \rightarrow CH_3.NH_2 + Na_2CO_3$
मेथिल आइसो सायनेट — मेथिलेमीन

$$C_2H_5-N=C=O + 2NaOH \rightarrow C_2H_5NH_2 + Na_2CO_3$$
एथिलेमीन

पहले पहल वुट्र्स ने इस विधि द्वारा 'एमीन' बनायी थी।

4. अम्ल एमाइडोंके अवकरणसे. [सोडियम और परिशुद्ध (absolute) अल्कोहल द्वारा प्राप्त हाइड्रोजनसे]

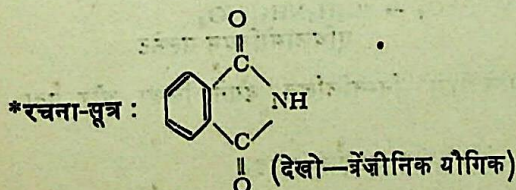
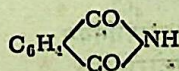
जैसे $H-CO.NH_2 + 4[H] \rightarrow CH_3.NH_2 + H_2O$
फ़ॉर्मेमाइड — मेथिलेमीन

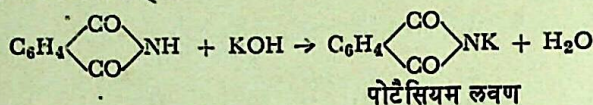
$$CH_3-CO.NH_2 + 4H \rightarrow C_2H_5NH_2 + H_2O$$
एथिलेमीन

5. हॉफ़मैन ब्रोमेमाइड प्रतिक्रियासे. यह प्राथमिक एमीन बनानेकी सर्वोत्तम विधि है। किसी अम्ल एमाइडको ब्रोमीन और क्षार (NaOH या KOH) के साथ गर्म करते हैं। प्रतिक्रियाका समीकरण निम्न है :

$$R-CONH_2 + Br_2 + 4KOH \rightarrow R-NH_2 + K_2CO_3 + 2KBr + 2H_2O$$

[प्रतिक्रिया कई पदोंमें होती है। इनके लिए 'एसिटेमाइडकी प्रतिक्रियाएं' देखो].

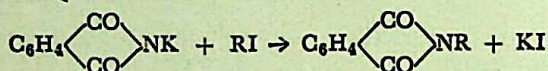
6. जेब्रिलकी थैलेमाइड प्रतिक्रियासे. थैलेमाइड* निम्नलिखित यौगिकको कहते हैं :

$$C_6H_4\langle{}^{CO}_{CO}\rangle NH$$

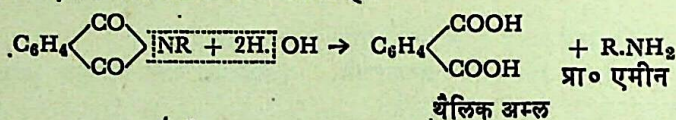
*रचना-सूत्र : (बेंज़ीन वलय से जुड़े दो C=O समूह, NH द्वारा जुड़े) (देखो—बेंज़ीनिक यौगिक)

यह पोटैसियम हाइड्रॉक्साइडके अल्कोहलीय घोलके साथ प्रतिक्रिया करके पोटैसियम लवण बनाता है।

$$C_6H_4\langle^{CO}_{CO}\rangle NH + KOH \rightarrow C_6H_4\langle^{CO}_{CO}\rangle NK + H_2O$$

पोटैसियम लवण

पोटैसियम लवण एल्किल आयोडाइडसे प्रतिक्रिया करके थैलेमाइडका एल्किल व्युत्पन्न बनाता है—

$$C_6H_4\langle^{CO}_{CO}\rangle NK + RI \rightarrow C_6H_4\langle^{CO}_{CO}\rangle NR + KI$$

एल्किल व्युत्पन्न सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी उपस्थितिमें जल-विच्छेदित हो कर प्राथमिक एमीन और थैलिक अम्ल बनाता है।

$$C_6H_4\langle^{CO}_{CO}\rangle \boxed{NR + 2H.}OH \rightarrow C_6H_4\langle^{COOH}_{COOH} + R.NH_2$$

थैलिक अम्ल — प्रा० एमीन

इस विधिसे बहुत शुद्ध 'एमीन' प्राप्त होता है।

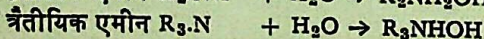
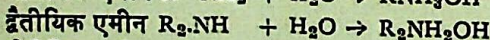
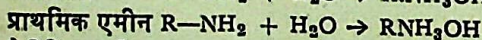
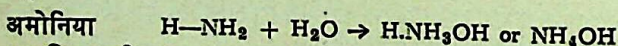
गुण.

1. **भास्मिक प्रकृति.** एमीन अमोनियासे मिलते हैं और उससे अधिक भास्मिक होते हैं। ये पानीमें घुलकर अमोनियम हाइड्रॉक्साइडके सम्बद्ध भस्म बनाते हैं :

अमोनिया $H—NH_2 + H_2O \rightarrow H.NH_3OH$ or NH_4OH

प्राथमिक एमीन $R—NH_2 + H_2O \rightarrow RNH_3OH$

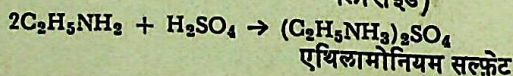
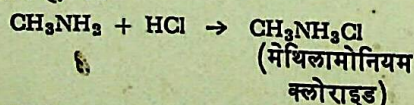
द्वैतीयिक एमीन $R_2.NH + H_2O \rightarrow R_2NH_2OH$

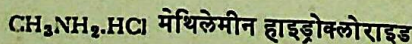
त्रैतीयिक एमीन $R_3.N + H_2O \rightarrow R_3NHOH$

2. **लवण बनाना.** भास्मिक होनेके कारण एमीन अकार्बनिक अम्लोंके साथ क्रिया करके लवण बनाते हैं, जैसे—

$$CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3Cl$$

(मेथिलामोनियम क्लोराइड)

$$2C_2H_5NH_2 + H_2SO_4 \rightarrow (C_2H_5NH_3)_2SO_4$$

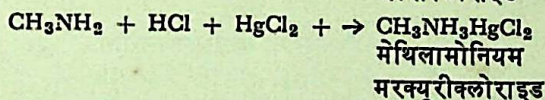
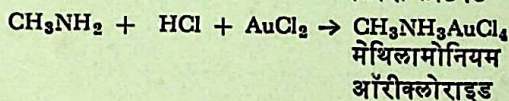
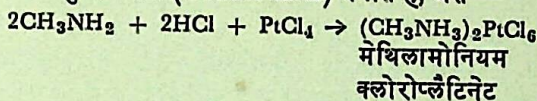
एथिलामोनियम सल्फ़ेट

नोट. इन लवणोंको आमतौरसे निम्नलिखित ढंगसे लिखा और पढ़ा जाता है।

$CH_3NH_2.HCl$ मेथिलेमीन हाइड्रोक्लोराइड

किन्तु इनको इस तरह लिखना उतना ही गलत है जितना NH_4Cl को $NH_3.HCl$ लिखना और अमोनिया हाइड्रोक्लोराइड कहना।

3. युग्म लवणोंका बनना. अमोनियाकी तरह एमीन भी हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की उपस्थितिमें प्लैटिनिक क्लोराइड, ऑरिक क्लोराइड और मरक्यूरिक क्लोराइडके साथ संयोग करके युग्म लवण (double salts) बनाते हैं, जैसे—

$$2CH_3NH_2 + 2HCl + PtCl_4 \rightarrow (CH_3NH_3)_2PtCl_6$$
मेथिलामोनियम क्लोरोप्लैटिनेट

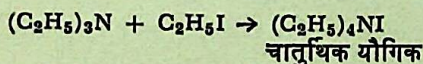
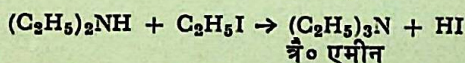
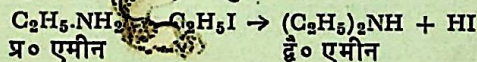
$$CH_3NH_2 + HCl + AuCl_3 \rightarrow CH_3NH_3AuCl_4$$
मेथिलामोनियम ऑरीक्लोराइड

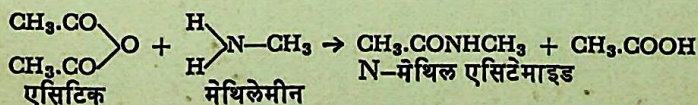
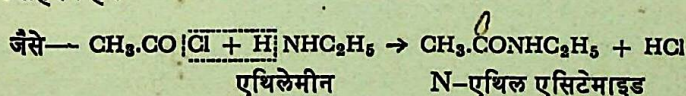
$$CH_3NH_2 + HCl + HgCl_2 + \rightarrow CH_3NH_3HgCl_3$$
मेथिलामोनियम मरक्यूरीक्लोराइड

'क्लोरोप्लैटिनेट' लवणका, एमीनोंका अणु-भार निकालनेके लिए उपयोग किया जाता है।

4. एल्किल हेलाइडोंसे प्रतिक्रिया : (एल्किलीकरण). प्राथमिक और द्वैतीयिक एमीनोंमें नाइट्रोजन परमाणुसे संयुक्त हाइड्रोजन परमाणु एल्किल मूलकों द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है और त्रै० एमीन चातुर्थिक अमोनियम लवण बनाते हैं, जैसे—

$$C_2H_5.NH_2 + C_2H_5I \rightarrow (C_2H_5)_2NH + HI$$
प्र० एमीन द्वै० एमीन

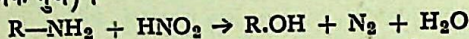
$$(C_2H_5)_2NH + C_2H_5I \rightarrow (C_2H_5)_3N + HI$$
त्रै० एमीन

$$(C_2H_5)_3N + C_2H_5I \rightarrow (C_2H_5)_4NI$$
चातुर्थिक यौगिक

5. अम्ल क्लोराइडों या अनहाइड्राइडोंकी क्रिया. केवल प्राथमिक व द्वैतीयिक एमीन ही प्रतिक्रिया करते हैं और $-NH_2$ या $>NH$ के हाइड्रोजन परमाणुकी जगह एसाइल मूलक (RCO-) आ जाता है। इसलिए यह प्रतिक्रिया 'एसाइलीकरण' का उदाहरण है।

जैसे— $$CH_3.CO\,\vdots Cl + H \vdots\, NHC_2H_5 \rightarrow CH_3.CONHC_2H_5 + HCl$$
एथिलेमीन N–एथिल एसिटेमाइड

$$\begin{matrix} CH_3.CO \\ CH_3.CO \end{matrix}\!\!>\!O + \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>\!N{-}CH_3 \rightarrow CH_3.CONHCH_3 + CH_3.COOH$$
एसिटिक अनहाइड्राइड मेथिलेमीन N–मेथिल एसिटेमाइड

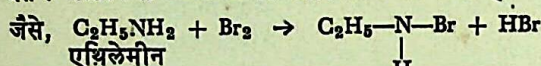
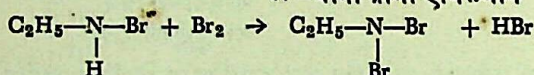
6. **नाइट्रस अम्लसे प्रतिक्रिया.**

प्राथमिक एमीन. प्राथमिक एमीन नाइट्रस अम्लसे क्रिया करके अल्कोहल, नाइट्रोजन और पानी बनाते हैं (मेथिलेमीनकी दशामें यह प्रतिक्रिया भिन्न है— देखो 'मेथिलेमीनके गुण)।

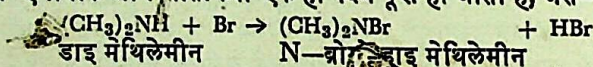
$$R—NH_2 + HNO_2 \rightarrow R.OH + N_2 + H_2O$$

7. **हैलोजनोंसे क्रिया.** इसमें नाइट्रोजन परमाणुसे जुड़े हाइड्रोजन परमाणुओं का हैलोजन द्वारा प्रतिस्थापन होता है। त्रैतीयिक एमीनमें नाइट्रोजनसे कोई हाइड्रोजन परमाणु (सक्रिय हाइड्रोजन परमाणु) जुड़ा नहीं होता इसलिए वे यह प्रतिक्रिया नहीं देते। प्रतिक्रिया NaOH की उपस्थितिमें की जाती है।

जैसे, $C_2H_5NH_2 + Br_2 \rightarrow C_2H_5—N(H)—Br + HBr$

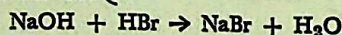
एथिलेमीन — N—मोनो ब्रोमो एथिलेमीन

$C_2H_5—N(H)—Br + Br_2 \rightarrow C_2H_5—N(Br)—Br + HBr$

N—डाइ ब्रोमो एथिलेमीन

द्वैतीयिक एमीनोंके साथ प्रतिक्रिया एक ही पदमें पूरी हो जाती है, जैसे—

$(CH_3)_2NH + Br \rightarrow (CH_3)_2NBr + HBr$

डाइ मेथिलेमीन — N—ब्रोमो डाइ मेथिलेमीन

प्रतिक्रियामें बना हुआ हाइड्रोजन ब्रोमाइड, सोडियम हाइड्रॉक्साइडसे प्रतिक्रिया करके लवण और पानी बना देता है।

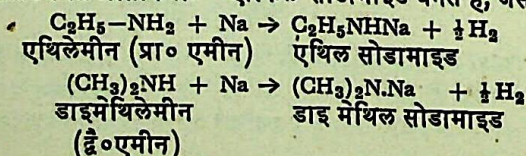
$$NaOH + HBr \rightarrow NaBr + H_2O$$

इस प्रकार HX (X = Cl, Br, I) को प्रतिक्रिया मिश्रणसे हटा कर, NaOH उपर्युक्त प्रतिक्रियाओंको उत्क्रमणीय होनेसे रोकता है।

8. **सोडियमसे प्रतिक्रिया.** एल्किल सोडामाइड बनते हैं, जैसे—

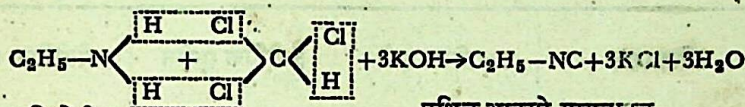
$C_2H_5—NH_2 + Na \rightarrow C_2H_5NHNa + \frac{1}{2}H_2$

एथिलेमीन (प्रा० एमीन) — एथिल सोडामाइड

$(CH_3)_2NH + Na \rightarrow (CH_3)_2N.Na + \frac{1}{2}H_2$

डाइमेथिलेमीन (द्वै०एमीन) — डाइ मेथिल सोडामाइड

त्रैतीयिक एमीन यह क्रिया नहीं देते।

9. **कार्बिलेमीन प्रतिक्रिया.** यह प्राथमिक एमीनोंकी विशिष्ट और सबसे महत्त्वपूर्ण प्रतिक्रिया है। इस प्रतिक्रियाके लिए किसी प्राथमिक एमीनको, अल्कोहलीय कास्टिक पोटाश और क्लोरोफ़ॉर्मके साथ गर्म करते हैं। इससे अत्यन्त दुर्गन्धमय यौगिक 'एल्किल आइसो सायनाइड' (एल्किल कार्बिलेमीन) बनते हैं। विशिष्ट दुर्गन्धके कारण ये सरलतासे पहचान लिये जाते हैं। इसलिए यह प्रतिक्रिया प्राथमिक एमीनों और क्लोरोफ़ॉर्मके परीक्षणके रूपमें उपयोग की जाती है। आइसो सायनाइड अत्यन्त विषैले यौगिक होते हैं।

$$C_2H_5-N\begin{matrix}H & Cl \\ + & \\ H & Cl\end{matrix}C\begin{matrix}Cl \\ H\end{matrix}+3KOH \rightarrow C_2H_5-NC+3KCl+3H_2O$$

एथिलेमीन एथिल आइसो सायनाइड

10. **आइसो थायो सायनेट प्रतिक्रिया.** यह भी केवल प्राथमिक एमीनोंकी एक विशिष्ट प्रतिक्रिया है। इसमें किसी प्राथमिक एमीनको कार्बन डाइ सल्फ़ाइड और मरक्यूरिक क्लोराइडके साथ गर्म करते हैं—इससे एल्किल आइसो थायो सायनेट नामक यौगिक बनते हैं। सभी एल्किल आइसो थायो सायनेटोंमें सरसोंके तेल जैसी गन्ध होती है, इसलिए इस प्रतिक्रियाको **हॉफ़मैन की मस्टर्ड ऑयल प्रतिक्रिया** (हॉफ़मैन ने इस प्रतिक्रियाको मालूम किया था) भी कहते हैं। यह प्रतिक्रिया दो पदोंमें पूरी होती है।

$$S=C=S + H-NHR \rightarrow S=C\begin{matrix}NHR \\ SH\end{matrix}$$

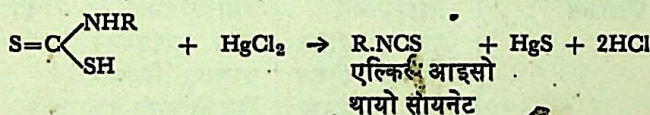
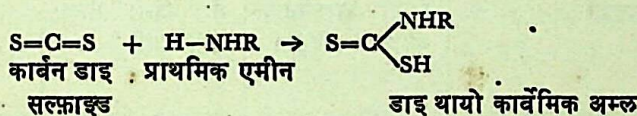
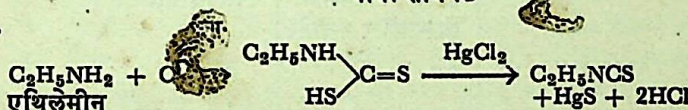
कार्बन डाइ सल्फ़ाइड, प्राथमिक एमीन → डाइ थायो कार्बेमिक अम्ल

$$S=C\begin{matrix}NHR \\ SH\end{matrix} + HgCl_2 \rightarrow R.NCS + HgS + 2HCl$$

R.NCS: एल्किल आइसो थायो सायनेट

उदाहरण.

$$C_2H_5NH_2 + CS_2 \rightarrow \begin{matrix}C_2H_5NH \\ HS\end{matrix}C=S \xrightarrow{HgCl_2} C_2H_5NCS + HgS + 2HCl$$

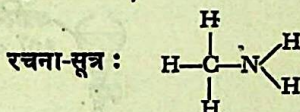
एथिलेमीन

प्राथमिक, द्वैतीयिक तथा त्रैतीयिक एमीनोंमें अन्तर

प्रतिकारक	प्राथमिक एमीन	द्वैतीयिक एमीन	त्रैतीयिक एमीन
1. नाइट्रस अम्ल	N_2 गैस निकलती है।	पीले रंगके तेलिये द्रव, नाइट्रोसेमीन, बनते हैं।	ठण्डेमें 'नाइट्राइट' लवण बनता है। गर्म करनेसे अल्कोहल और नाइट्रोसेमीन बनते हैं।
2. एसिटिल क्लोराइड या एसिटिक अनहाइड्राइड।	N-प्रतिस्थापित एमाइड बनते हैं।	N-प्रतिस्थापित एमाइड बनते हैं।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।

प्रतिकारक	प्राथमिक एमीन	द्वैतीयिक एमीन	त्रैतीयिक एमीन
3 क्लोरोफ़ॉर्म और क्षार :	कार्बिलेमीन बनता है।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।
4. कार्बन डाइ-सल्फ़ाइड और मरक्यूरिक क्लो-राइड	सरसोंके तेलकी सी गन्ध, जो एल्किल आइसो थायो सायनेटके कारण आती है।	आइसो थायो-सायनेट नहीं बनते। सरसोंके तेल जैसी गन्ध नहीं आती।	कोई प्रतिक्रिया, कोई गन्ध नहीं।
5. हैलोजन	नाइट्रोजनसे युक्त हाइड्रोजन परमाणु हैलोजन द्वारा क्रमशः विस्थापित होते हैं।	नाइट्रोजनसे युक्त हाइड्रोजन परमाणु विस्था-पित हो जाता है।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।
6. एल्किल हेलाइड	ठण्डेमें प्रतिक्रिया नहीं होती। गर्म करनेसे तीन पदों में तीन अणु हेलाइडसे प्रतिक्रिया करके चातुर्थिक अमोनियम हेलाइड बनाते हैं।	ठण्डेमें प्रतिक्रिया नहीं होती। गर्म करने पर दो पदों में चातुर्थिक अमो-नियम लवण बनता है।	ठण्डेमें भी प्रति-क्रिया होती है और एक ही पदमें चातुर्थिक लवण बन जाता है।
7. सोडियम	साधारणतया —NH_2 का एक हाइड्रोजन परमाणु विस्थापित हो जाता है।	>NHका हाइ-ड्रोजन परमाणु विस्थापित हो जाता है।	कोई प्रतिक्रिया नहीं।

प्राथमिक एमीन
मेथिलेमीन (Methylamine)

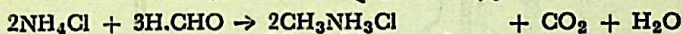
युक्ति सूत्र : CH_3NH_2 रचना-सूत्र :

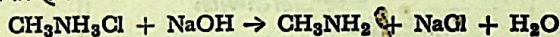
$$H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-N\begin{matrix}H\\H\end{matrix}$$

यह सबसे सरल एलीफ़ैटिक एमीन है।

बनानेकी विधियां.

प्राथमिक एमीन बनानेकी किसी सामान्य विधिसे इसे बनाया जा सकता है। इसे बनानेकी एक विशेष विधि निम्नलिखित है :

1. **अमोनियम क्लोराइडको फ़ॉर्मल्डिहाइडके 40% घोलके साथ गर्म करके.**

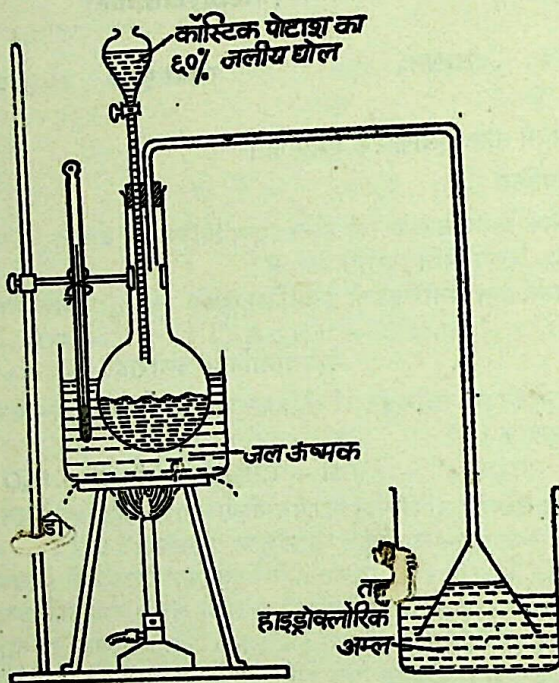
$$2NH_4Cl + 3H.CHO \rightarrow \underset{\text{मेथिलामोनियम क्लोराइड}}{2CH_3NH_3Cl} + CO_2 + H_2O$$

मेथिलामोनियम क्लोराइड पर सोडियम हाइड्रॉक्साइडकी क्रियासे स्वतंत्र एमीन पाया जा सकता है।

$$CH_3NH_3Cl + NaOH \rightarrow CH_3NH_2 + NaCl + H_2O$$

2. **प्रयोगशालामें मेथिलेमीन हॉफ़मैन की ब्रोमेमाइड प्रतिक्रियासे बनाया जाता है।**

एक बड़ेसे फ़्लास्कमें लगभग 20 ग्राम शुष्क एसिटेमाइड और 10 घ० से० ब्रोमीन को भली-भांति मिला दो। फ़्लास्कको पानीमें डुबो कर ठण्डा रखो। इसमें थोड़ा-थोड़ा करके कास्टिक पोटाशका 10 प्रतिशत घोल डालो और फ़्लास्कको लगातार हिलाते रहो। जब घोलका रंग सुनहरी-पीला (golden yellow) हो जाय तो कास्टिक पोटाश डालना बन्द कर दो। घोलका पीला होना इस बातका संकेत है कि एसिटेमाइड और ब्रोमीनकी क्रियासे एसिटोब्रोमेमाइड बन चुका है।

एक फ़्लास्कमें, अलगसे, कास्टिक पोटाशका लगभग 60% घोल बना कर उसे 60-70°C तक गर्म करो और एसिटोब्रोमेमाइड वाले फ़्लास्कमें लगी हुई बिन्दु-कीपमें इसे भरकर धीरे-धीरे टपकाओ। इससे प्रतिक्रिया-मिश्रणका ताप बढ़ने लगता है। बर्फ़के पानीसे ठण्डा करके मिश्रणका ताप 60-70°C पर बनाये रखो। लगभग 15 मिनटके बाद फ़्लास्कको जल-ऊष्मक पर गर्म करके मिश्रणको आसवित करो। मेथिलेमीन गैसीय अवस्थामें निकलता है। इसको तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्लमें शोषित करो। शोषणके लिए निकास नलीके सिरे पर लगी हुई उल्टी कीप (inverted funnel) को 200 घ० से० तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्लमें डुबा रखते हैं (देखो—चित्र 36)। इससे हाइड्रोक्लोरिक अम्ल निकास नलीमें नहीं चढ़ पाता।

मेथिलेमीन हाइड्रोक्लोरिक अम्लमें अवशोषित होकर मेथिलामोनियम क्लोराइड ($CH_3.NH_3Cl$) बनता है। मेथिलेमीनके साथ थोड़ी अमोनिया भी आती है जो हाइड्रोक्लोरिक अम्लके साथ अमोनियम क्लोराइड बनाती है। जब आनेवाली गैसें क्षारीय प्रतिक्रिया न दें (लाल लिटमस काग़ज़से परीक्षा करके देखो) तब आसवन बन्द कर दो। हाइड्रोक्लोरिक अम्लमें बने हुए घोलको जल-ऊष्मक पर गर्म करके वाष्पित

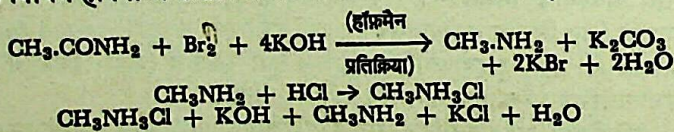
करो। एक ठोस अवशेष प्राप्त होगा। इसमें मुख्य रूपसे मेथिलामोनियम क्लोराइड और थोड़ा-सा अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) रहता है। इसको 95% अल्कोहलके

चित्र 36. मेथिलेमीन बनानेकी प्रयोगशाला विधि।

साथ खूब हिलाओ। अल्कोहलमें मेथिलामोनियम क्लोराइड घुल जाता है और NH_4Cl पृथक हो जाता है। छाननेके बाद अल्कोहलीय घोलको जल-ऊष्मक पर गर्म करके अल्कोहल उड़ा दो। ठोस मेथिलामोनियम क्लोराइड बच रहता है। तनु क्षारकी क्रिया से मेथिलामोनियम क्लोराइडसे मेथिलेमीन प्राप्त कर सकते हैं।

इस विधिमें होनेवाली प्रतिक्रियाओंके समीकरण निम्नलिखित है :

$$CH_3.CONH_2 + Br_2 + 4KOH \xrightarrow[\text{प्रतिक्रिया)}]{\text{(हॉफ़मैन}} CH_3.NH_2 + K_2CO_3 + 2KBr + 2H_2O$$

$$CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3Cl$$

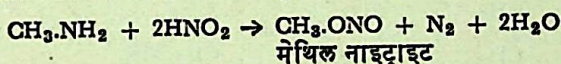
$$CH_3NH_3Cl + KOH + CH_3NH_2 + KCl + H_2O$$

गुण.

यह रंगहीन और गैसीय पदार्थ है। इसमें मछलियोंकी सी गन्ध आती है (अमोनियासे अन्तर)। यह पानीमें बहुत घुलनशील है। इसका जलीय घोल लाल लिटमस को नीला कर देता है (क्षारीय क्रिया)। $-8°C$ तक ठण्डा करनेसे यह द्रवमें परिणत

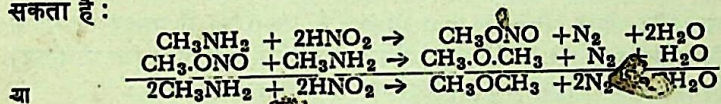
हो जाता है। द्रव मेथिलेमीनका क्वथनांक $-7 \cdot 0°C$ है। यह बहुत ज्वलनशील है (अमोनियासे अन्तर)।

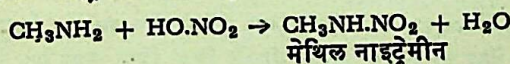
ऊपर वर्णित प्राथमिक एमीनोंकी सब प्रतिक्रियाएं देनेके अतिरिक्त यह निम्नलिखित विशेष प्रतिक्रियाएं भी देता है।

(*i*) नाइट्रस अम्लकी क्रिया. मेथिलेमीन पर नाइट्रस अम्लकी क्रिया अन्य प्राथमिक एमीनोंसे भिन्न होती है। अन्य सब एमीनोंकी दशामें $-NH_2$ मूलककी जगह—OH मूलक आ जाता है और नाइट्रोजन तथा पानी बनते हैं लेकिन मेथिलेमीनकी दशामें मेथिल अल्कोहल बिल्कुल नहीं बनता बल्कि मेथिल नाइट्राइट (एक गैसीय यौगिक) और डाइ मेथिल ईथर मुख्य रूपसे बनते हैं। इसको सन् 1941 ई० में विटमोर (Whitmore) ने मालूम किया था। मेथिल नाइट्राइटका बनना निम्नलिखित समीकरणसे दिखाया जा सकता है।

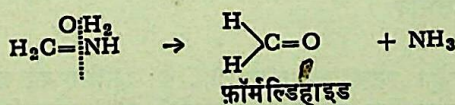
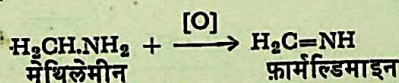
$$CH_3.NH_2 + 2HNO_2 \rightarrow \underset{\text{मेथिल नाइट्राइट}}{CH_3.ONO} + N_2 + 2H_2O$$

डाइ मेथिल ईथरका बनना निम्नलिखित समीकरणों द्वारा दिखाया जा सकता है :

$$CH_3NH_2 + 2HNO_2 \rightarrow CH_3ONO + N_2 + 2H_2O$$
$$CH_3.ONO + CH_3NH_2 \rightarrow CH_3.O.CH_3 + N_2 + H_2O$$

या $$2CH_3NH_2 + 2HNO_2 \rightarrow CH_3OCH_3 + 2N_2 + 3H_2O$$

(*ii*) ऑक्सीकरण. (क) सान्द्र नाइट्रिक अम्ल द्वारा ऑक्सीकृत होकर मेथिलेमीन, मेथिल नाइट्रेमीन बनाता है।

$$CH_3NH_2 + HO.NO_2 \rightarrow \underset{\text{मेथिल नाइट्रेमीन}}{CH_3NH.NO_2} + H_2O$$

(ख) पोटैसियम परमैंगनेट द्वारा ऑक्सीकरण होनेसे फ़ॉर्मेल्डिहाइड और अमोनिया बनते हैं।

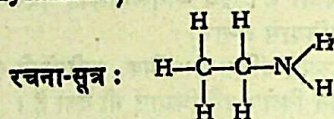
$$\underset{\text{मेथिलेमीन}}{H_2CH.NH_2} + \xrightarrow{[O]} \underset{\text{फ़ार्मेल्डिमाइन}}{H_2C{=}NH}$$

$$H_2C{=}\overset{O|H_2}{\vdots NH} \rightarrow \underset{\text{फ़ॉर्मेल्डिहाइड}}{\begin{matrix}H \\ H\end{matrix}{>}C{=}O} + NH_3$$

उपयोग.

1. इसका मुख्य उपयोग प्रशीतक (refrigerant) के रूपमें किया जाता है।
2. यह रंगों (dyes) के बनानेमें और चमड़ेकी टैनिंग (tanning) में इस्तेमाल किया जाता है।
3. गैसीय मिश्रणोंसे हाइड्रोजन सल्फ़ाइड और कार्बन डाइऑक्साइड अलग करनेमें इसका उपयोग होता है।

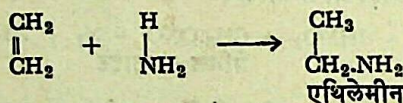
एथिलेमीन (Ethylamine)

युक्ति सूत्र : $C_2H_5NH_2$ रचना-सूत्र :

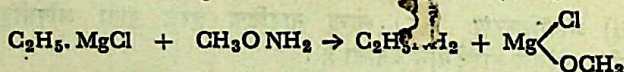
$$H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-N\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown H\end{matrix}$$

बनानेकी विधियां.

प्राथमिक एमीन बनानेकी किसी सामान्य विधिसे एथिलेमीन बनाया जा सकता है। इनके अलावा निम्नलिखित विशेष विधियां भी उपलब्ध हैं :

1. एथिलीन और अमोनियासे. एथिलीन और अमोनियाके मिश्रणको 20 वा० म० दबाव तक सम्पीडित करके 450°C तक गर्म किये हुए उत्प्रेरक परसे प्रवाहित करनेसे एथिलेमीन प्राप्त होता है।

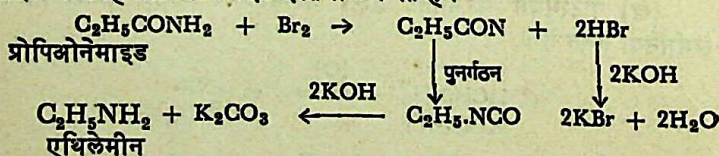
$$\begin{matrix}CH_2\\ \|\\ CH_2\end{matrix} + \begin{matrix}H\\ |\\ NH_2\end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix}CH_3\\ |\\ CH_2.NH_2\end{matrix}$$

एथिलेमीन

2. एथिल मैग्नेसियम क्लोराइड (या ब्रोमाइड) और मेथॉक्सेमीनकी प्रतिक्रिया से. ब्राउन और जोन्स (Brown and Jones) ने 1946 ई० में मालूम किया कि यदि मेथॉक्सेमीन ($CH_3O.NH_2$) और एथिल मैग्नेसियम क्लोराइड (या ब्रोमाइड) की प्रतिक्रिया कराई जाय तो शुद्ध एथिलेमीनकी अच्छी लब्धि होती है।

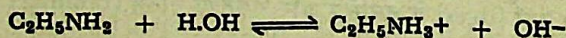
$$C_2H_5.MgCl + CH_3O\,NH_2 \rightarrow C_2H_5.NH_2 + Mg\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown OCH_3\end{matrix}$$

प्रयोगशालामें बनाना. प्रयोगशालामें एथिलेमीन बनानेके लिए उपकरण और प्रयोग बिल्कुल वैसा ही है जैसा मेथिलेमीनके लिए दिया गया है। सिर्फ़ इस बार एसिटेमाइडकी जगह प्रोपिओनेमाइड इस्तेमाल करते हैं।

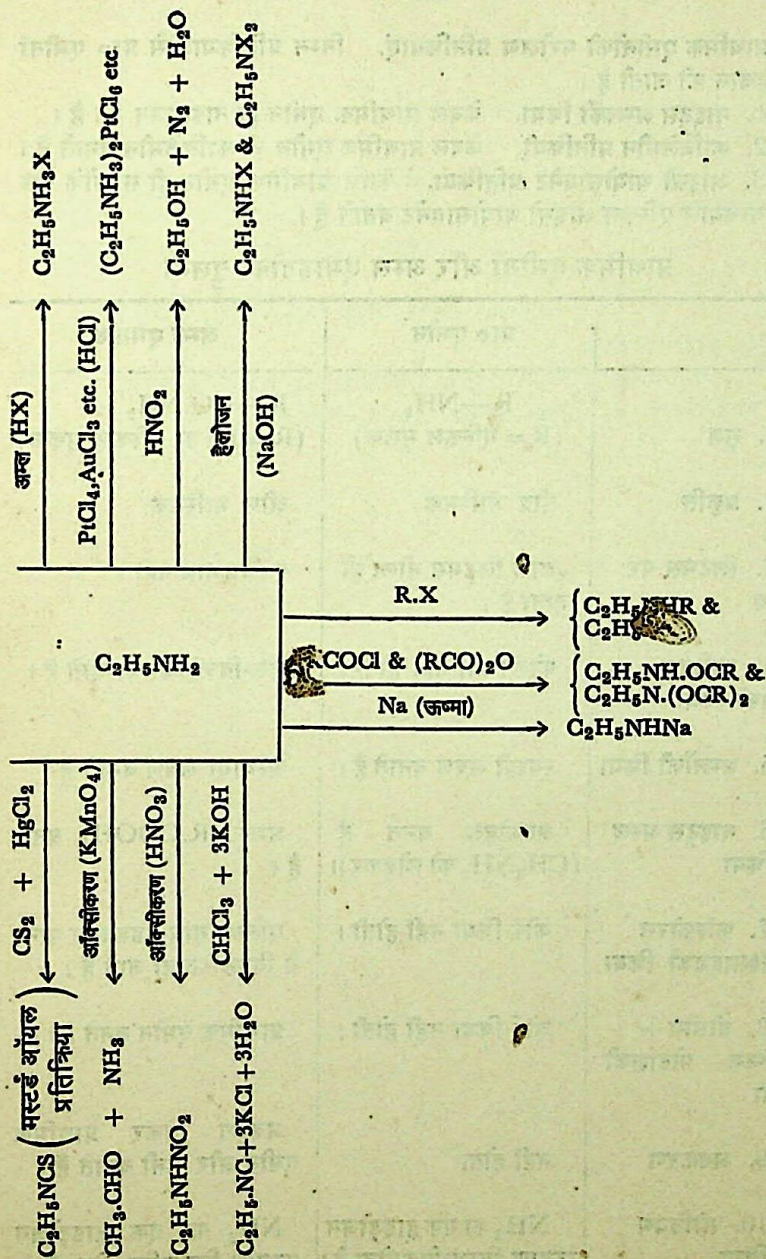
$$\underset{\text{प्रोपिओनेमाइड}}{C_2H_5CONH_2} + Br_2 \rightarrow C_2H_5CON + 2HBr$$

$$C_2H_5CON \xrightarrow{\text{पुनर्गठन}} C_2H_5.NCO \qquad 2HBr \xrightarrow{2KOH} 2KBr + 2H_2O$$

$$C_2H_5.NCO \xrightarrow{2KOH} \underset{\text{एथिलेमीन}}{C_2H_5NH_2} + K_2CO_3$$

गुण.

यह रंगहीन है। इसका क्वथनांक 19°C है; इसलिए यह जाड़ोंसे साधारण द्रव और गर्मियोंमें वाष्पशील द्रव है। यह पानीमें बहुत घुलनशील है। इसकी गन्ध मेथिलेमीन जैसी होती है। जलीय घोलमें यह एथिलामोनियम और हाइड्रॉक्सिल आयनोंके रूपमें रहता है।

$$C_2H_5NH_2 + H.OH \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+ + OH^-$$

यह प्राथमिक एमीनोंकी सब सामान्य प्रतिक्रियाएं देता है। इन प्रतिक्रियाओंका सारांश अगले पृष्ठ पर दिया गया है।

C2H5NCS (मस्टर्ड ऑयल प्रतिक्रिया)
CS2 + HgCl2
CH3.CHO + NH3
ऑक्सीकरण (KMnO4)
C2H5NHNO2
ऑक्सीकरण (HNO3)
C2H5-NC+3KCl+3H2O
CHCl3 + 3KOH
C2H5NH2
अम्ल (HX)
C2H5NH3X
PtCl4, AuCl3 etc. (HCl)
(C2H5NH3)2PtCl6 etc
HNO2
C2H5OH + N2 + H2O
हैलोजन (NaOH)
C2H5NHX & C2H5NX2
R.X
RCOCl & (RCO)2O
C2H5NH.OCR & C2H5N.(OCR)2
Na (ऊष्मा)
C2H5NHNa

प्राथमिक एमीनोंकी परीक्षण प्रतिक्रियाएं. निम्न प्रतिक्रियाओंसे प्रा० एमीनों की पहचान की जाती है।

1. नाइट्रस अम्लकी क्रिया. केवल प्राथमिक एमीन ही नाइट्रोजन देते हैं।

2. कार्बिलेमीन प्रतिक्रिया. केवल प्राथमिक एमीन ही कार्बिलेमीन बनाते हैं।

3. आइसो थायोसायनेट प्रतिक्रिया. केवल प्राथमिक एमीन ही सरसोंके तेल जैसी गन्धवाले एल्किल आइसो थायोसायनेट बनाते हैं।

प्राथमिक एमीनों और अम्ल एमाइडोंकी तुलना

	प्रा० एमीन	अम्ल एमाइड
1. सूत्र	R—NH_2 (R = एल्किल मूलक)	R—$CO.NH_2$ (R = H, या एल्किल मूलक)
2. प्रकृति	तीव्र भास्मिक	क्षीण भास्मिक
3. लिटमस पर प्रभाव	लाल लिटमस नीला हो जाता है।	कोई प्रभाव नहीं।
4. कास्टिक सोडाकी क्रिया	कोई क्रिया नहीं होती।	जल-विच्छेदित हो जाते हैं।
5. अम्लोंकी क्रिया	स्थायी लवण बनाते हैं।	अस्थायी लवण बनाते हैं।
6. नाइट्रस अम्ल की क्रिया	अल्कोहल बनते हैं (CH_3NH_2 को छोड़कर)।	अम्ल (R.COOH) बनते हैं।
7. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टॉक्साइडकी क्रिया	कोई क्रिया नहीं होती।	एल्किल सायनाइड और पानी में विच्छेदित हो जाते हैं।
8. ब्रोमीन + कास्टिक पोटाशकी क्रिया	कोई क्रिया नहीं होती।	प्राथमिक एमीन बनते हैं।
9. अवकरण	नहीं होता	अवकृत होकर प्राथमिक एमीन और पानी बनाते हैं।
10. सोडियम की क्रिया	NH_2 का एक हाइड्रोजन परमाणु विस्थापित होता है।	NH_2 का एक हाइड्रोजन परमाणु विस्थापित होता है।

प्रश्न

1. प्राथमिक, द्वैतीयिक और त्रैतीयिक एमीनोंसे क्या समझते हो? इनके बनानेकी विधियोंका वर्णन करो।

2. प्राथमिक, द्वैतीयिक और त्रैतीयिक एमीनोंके गुणोंमें क्या अन्तर हैं?

3. प्रयोगशालामें मेथिलेमीन किन-किन विधियों द्वारा बनायी जा सकती है? एक प्राथमिक एमीनके गुणोंका वर्णन करो।

(उ० प्र० 1946)

4. मेथिलेमीन पर नाइट्रस अम्लकी क्रिया लिखो।

(उ० प्र० 1951,52,54)

5. एथिलेमीन कैसे बनाया जाता है? यह इनसे कैसे क्रिया करता है? (क) एसिटिल क्लोराइड, (ख) नाइट्रस अम्ल, (ग) क्लोरोफ़ॉर्म (घ) कास्टिक पोटाश।

15

कुछ फुटकर अन्तरपरिवर्तन

(Some Interconversions)

1. मेथेनसे फ़ॉर्मिक अम्ल :

$$CH_4 \xrightarrow[(-HCl)]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[-KCl]{\text{जली KOH}} CH_3.OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}}$$

$$HCHO \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} \mathbf{HCOOH} \text{ फ़ॉर्मिक अम्ल}$$

2. मेथेनसे एसिटिक अम्ल :

$$CH_4 \xrightarrow[(-HCl)]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[(-KCl)]{KCN} CH_3.CN \xrightarrow[(+2H_2O)]{\text{जलविच्छेदन}}$$

$$CH_3.COON.. \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \mathbf{CH_3.COOH} + NH_3$$

एसिटिक अम्ल

3. एथेनसे एसिटिक अम्ल :

$$CH_3.CH_3 \xrightarrow[(-HCl)]{Cl_2} CH_3.CH_2Cl \xrightarrow[(-KCl)]{\text{जलीय KOH}}$$

$$CH_3.CH_2.OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} CH_3.CHO \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} \mathbf{CH_3.COOH}$$

एसिटिक अम्ल

4. फ़ॉर्मिक अम्लसे मेथेन :

$$2HCOOH \xrightarrow[(-2H_2O)]{Ca(OH)_2} (HCOO)_2Ca \xrightarrow{\text{शुष्क आसवन}} HCHO$$

$$HCHO \xrightarrow{\text{अवकरण}} CH_3OH \xrightarrow{PCl_5} CH_3Cl$$

$$CH_3Cl \xrightarrow[(-HCl)]{\text{अवकरण}} \mathbf{CH_4}$$

5. फ़ॉर्मिक अम्लसे एथेन :

$$2HCOOH \xrightarrow{\text{(4) के अनुसार}} CH_3Cl \xrightarrow[\text{(वुटर्स प्रतिक्रिया)}]{2Na} \mathbf{CH_3.CH_3}$$

6. एसिटिक अम्लसे मेथेन :

$$CH_3.COOH \xrightarrow[(-H_2O)]{NaOH} CH_3.COOK \xrightarrow[(-Na_2CO_3)]{\text{सोडा लाइम}} CH_4$$

7. एसिटिक अम्लसे एथेन :

$$CH_3.COOH \xrightarrow[(-H_2O)]{KOH} CH_3.COOK \xrightarrow[\text{(कोल्ब की विधि)}]{\text{विद्यु त. विच्छेदेन}} CH_3.CH_3$$

8. एसिटिक अम्लसे एसिटोन :

$$2CH_3.COOH \xrightarrow[(-2H_2O)]{Ca(OH)_2} (CH_3.COO)_2Ca \xrightarrow[(-CaCO_3)]{\text{शुष्क आसवन}}$$

$$CH_3.CO.CH_3$$
एसिटोन

9. एसिटिक अम्लसे मेथिलेमीन :

$$CH_3.COOH \xrightarrow{NH_3} CH_3.COONH_4 \xrightarrow[-H_2O]{\text{ऊष्मा}} CH_3.CONH_2$$

$$CH_3.CONH_2 \xrightarrow[\text{(हॉफ़मैन प्रतिक्रिया)}]{(Br_2+4KOH)} CH_3.NH_2$$
मेथिलेमीन

10. एसिटिक अम्लसे मेथेनॉल :

$$CH_3.COOH \xrightarrow{\text{(6) के अनुसार}} CH_4 \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} HC_3Cl \xrightarrow{aq.\ KOH}$$

$$CH_3OH$$

11. एसिटिक अम्लसे एथिलेमीन :

$$CH_3.COOH \xrightarrow{\text{(9) क के अनुसार}} CH_3.CONH_2 \xrightarrow{\text{अवकरण}} CH_3.CH_2NH_2$$
एथिलेमीन

12. एसिटिक अम्लसे प्रोपिओनिक अम्ल :

$$CH_3.COOH \xrightarrow{\text{(7) के अनुसार}} CH_3.CH_3 \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} CH_3.CH_2Cl$$

$$CH_3.CH_2Cl \xrightarrow[(-KCl)]{KCN} CH_3.CH_2.CN \xrightarrow{2H_2O} CH_3.CH_2.COONH_4$$

$$CH_3.CH_2.COONH_4 \xrightarrow[-NH_3]{\text{ऊष्मा}} CH_3.CH_2.COOH$$
प्रोपिओनिक अम्ल

13. एसिटिक अम्लसे फ़ॉर्मिक अम्ल :

$$CH_3.COOH \xrightarrow{(10 \text{ के अनुसार})} CH_3OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} HCHO \xrightarrow{[O]} HCOOH$$

14. फ़ॉर्मिक अम्लसे एसिटिक अम्ल :

$$HCOOH \xrightarrow{(4) \text{ के अनुसार}} CH_3Cl \xrightarrow[(-KCl)]{KCN} CH_3.CN \xrightarrow{(2H_2O)}$$

$$CH_3.COONH_4 \xrightarrow[-NH_3]{\text{ऊष्मा}} CH_3.COOH$$

15. एथिल अल्कोहलसे प्रोपिओनिक अम्ल :

$$C_2H_5OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} CH_3.CHO \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} CH_3.COOH$$

$$\xrightarrow{(12) \text{ के अनुसार}} CH_3.CH_2.COOH$$

16. मेथिलेमीनसे एथिलेमीन :

$$CH_3NH_2 \xrightarrow{HNO_2} \underset{(\text{मेथिल नाइट्राइट})}{CH_3.ONO} \xrightarrow{H_2O} CH_3OH$$

$$CH_3OH \xrightarrow{P+I_2} CH_3I \xrightarrow{KCN} CH_3.CN \xrightarrow{\text{अवकरण}} CH_3CH_2NH_2$$

17. एथिलेमीनसे मेथिलेमीन :

$$CH_3.CH_2NH_2 \xrightarrow{HNO_2} CH_3.CH_2.OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} CH_3.CHO$$

$$CH_3.CHO \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} CH_3.COOH \xrightarrow{NH_3} CH_3.COONH_4$$

$$CH_3.COONH_4 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CH_3.CONH_2 \xrightarrow[\text{प्रतिक्रिया}]{\text{हॉफ़मैन}} CH_3NH_2$$

18. एसिटेमाइडसे मेथेनॉल :

$$CH_3.CONH_2 \xrightarrow{\text{हॉफ़मैन प्रतिक्रिया}} CH_3NH_2 \xrightarrow{HNO_2} CH_3ONO$$

$$CH_3ONO \xrightarrow[(KOH)]{H \cdot OH} CH_3OH$$

19. एसिटेमाइडसे एथेनॉल :

$$CH_3.CONH_2 \xrightarrow{\text{अवकरण}} CH_3.CH_2NH_2 \xrightarrow{HNO_2} CH_3.CH_2.OH$$

20. मेथेनॉलसे एथेनॉल :

$$CH_3OH \xrightarrow{P+I_2} CH_3I \xrightarrow[(-KI)]{KCN} CH_3.CN \xrightarrow{\text{अवकरण}}$$

$$CH_3.CH_2.NH_2 \xrightarrow{HNO_2} CH_3.CH_2.OH$$

21. एथेनॉलसे मेथेनॉल :

$$CH_3.CH_2.OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} CH_3.CHO \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} CH_3.COOH$$

$$CH_3.COOH \xrightarrow[(-H_2O)]{NaOH} CH_3.COONa \xrightarrow[(Na_2CO_3)]{\text{सोडा लाइम}} CH_4$$

$$CH_4 \xrightarrow{(1)\ \text{के अनुसार}} CH_3.OH$$

प्रश्न

1. कैसे प्राप्त करोगे—
   (क) मेथेनसे फ़ॉर्मिक अम्ल, (ख) एथेनसे एसिटिक अम्ल, (ग) फ़ॉर्मिक अम्लसे एथेन, (घ) एसिटिक अम्लसे मेथेन, (ङ) एसिटिक अम्लसे मेथेनॉल।
2. निम्न परिवर्तनोंकी प्रतिक्रियाएं बतलाओ—
   (क) एसिटिक अम्लसे मेथिलेमीन, (ख) एसिटिक अम्लसे फ़ॉर्मिक अम्ल, (ग) मेथिलेमीनसे एथिलेमीन, (घ) मेथेनॉलसे एथेनॉल।

16

यूरिआ या कार्बेमाइड

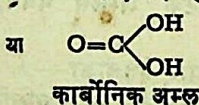
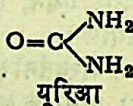
(Urea or Carbamide)

अणु-सूत्र: CON_2H_4 रचना-सूत्र: $O=C\langle^{NH_2}_{NH_2}$

यूरिआ एक महत्त्वपूर्ण पदार्थ है। यह प्रकृतिमें बहुतायतसे पाया जाता है। एक स्वस्थ युवक 24 घण्टोंमें जितना मूत्र त्याग करता है उसमें 30 ग्राम यूरिआ होता है। यह सब मांसाहारी पशुओंके मूत्रमें और बहुत-से पौधोंमें रहता है।

मूत्रका अंग्रेज़ी शब्द यूरीन (urine) है। चूंकि सबसे पहले यह मूत्रसे बनाया गया था, इसलिए यूरीन शब्द पर इसका नाम यूरिआ रखा गया। यह पहला कार्बनिक यौगिक है जिसे प्रयोगशालामें तैयार कर लिया गया था। इस सफलताने कार्बनिक यौगिकोंके निर्माणमें "प्राणशक्ति" की 'आवश्यकता' के विचारका खण्डन कर दिया (देखो पृष्ठ 4)।

यूरिआ कार्बोनिक अम्लकी डाइ-एमाइड है।

H_2CO_3 या $O=C\langle^{OH}_{OH}$ $O=C\langle^{NH_2}_{NH_2}$

कार्बोनिक अम्ल यूरिआ

इसलिए इसको कार्बेमाइड भी कहते हैं। यूरिआको बनानेकी विधियां और रासायनिक गुण भी एमाइडोंकी ही तरह हैं।

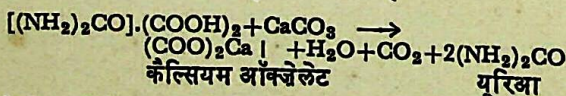
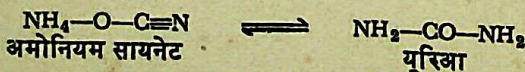
बनानेकी विधियां.

(क) मूत्रसे. मूत्रको गर्म करके गाढ़ा करो और छानकर उसमें ऑक्ज़ेलिक अम्लका सन्तृप्त घोल डालो और कुछ समयके लिए रख दो। यूरिआ ऑक्ज़ेलेटके रवे पृथक हो जायंगे। इन्हें छानकर अलग कर लो और कैल्सियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) के आलम्बन (suspension) के साथ गर्म करो। ऑक्ज़ेलेट अवक्षेपित हो जायगा और घोलमें यूरिआ रह जायगा। छनित (filtrate) को जन्तु-चारकोलके साथ गर्म करो, छान लो और छनितका वाष्पन करो। यूरिआके रवे मिलेंगे। इनको पानीसे दुबारा केलासन करके और भी शुद्ध कर सकते हैं।

$$[(NH_2)_2CO].(COOH)_2+CaCO_3 \longrightarrow (COO)_2Ca\downarrow +H_2O+CO_2+2(NH_2)_2CO$$

कैल्सियम ऑक्ज़ेलेट यूरिआ

(ख) अमोनियम सायनेटसे.

$$NH_4-O-C\equiv N \rightleftharpoons NH_2-CO-NH_2$$

अमोनियम सायनेट यूरिआ

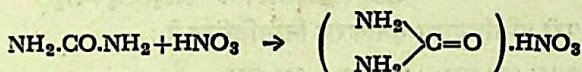
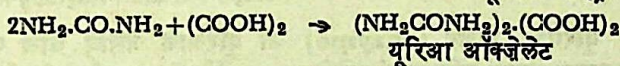
(अमोनियम सायनेट अस्थायी यौगिक है और अकेला गर्म करने पर विस्फोटित हो जाता है। इसलिए अमोनियम सल्फ़ेट और पोटैसियम सायनेटके घोलको गर्म करते हैं।)

गुण.

1. भास्मिक प्रकृति. किसी यौगिकमें एमीनो मूलक ($-NH_2$) की उपस्थिति उसमें भास्मिक गुण उत्पन्न कर देती है। दो एमीनो मूलक प्रति अणु होनेके कारण यूरिआकी प्रकृति एसिटेमाइड (CH_3CONH_2) से अधिक भास्मिक है। इसलिए यह सान्द्र अम्लोंके साथ स्थायी लवण बनाता है, जैसे—

$$NH_2.CO.NH_2 + HNO_3 \rightarrow \left(\begin{matrix} NH_2 \\ NH_2 \end{matrix} \Big> C{=}O \right).HNO_3$$

यूरिआ नाइट्रेट

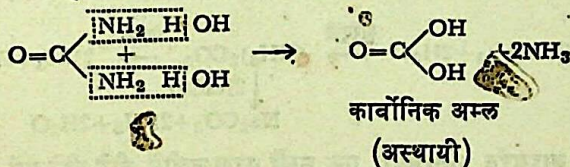
$$2NH_2.CO.NH_2 + (COOH)_2 \rightarrow (NH_2CONH_2)_2.(COOH)_2$$

यूरिआ ऑक्ज़ेलेट

2. जल-विच्छेदन. अम्ल एमाइडोंके समान यूरिआ भी आसानीसे जल-विच्छेदित हो जाता है—

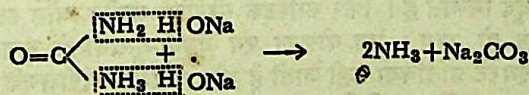
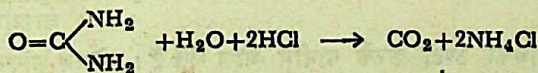
$$O{=}C\Big< \begin{matrix} \boxed{NH_2 \quad H} \; OH \\ + \\ \boxed{NH_2 \quad H} \; OH \end{matrix} \longrightarrow O{=}C\Big< \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} + 2NH_3$$

कार्बोनिक अम्ल

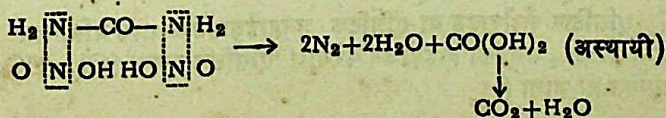
(अस्थायी)

$$O{=}C\Big< \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \longrightarrow H_2O + CO_2$$

अम्लों या क्षारोंकी उपस्थितिमें जल-विच्छेदन तेज़ीसे और निम्नलिखित समीकरणोंके अनुसार होता है :

$$O{=}C\Big< \begin{matrix} NH_2 \\ NH_2 \end{matrix} + H_2O + 2HCl \longrightarrow CO_2 + 2NH_4Cl$$

$$O{=}C\Big< \begin{matrix} \boxed{NH_2 \; H} \; ONa \\ + \\ \boxed{NH_2 \; H} \; ONa \end{matrix} \longrightarrow 2NH_3 + Na_2CO_3$$

3. नाइट्रस अम्लकी क्रिया. दोनों एमीनो मूलकोंकी जगह—OH मूलक आ जाते हैं—

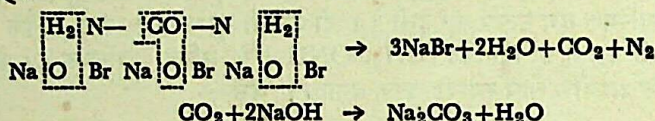
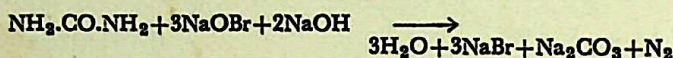
$$\begin{matrix} H_2\boxed{N} - CO - \boxed{N}H_2 \\ O\,\boxed{N}\,OH \quad HO\,\boxed{N}\,O \end{matrix} \longrightarrow 2N_2 + 2H_2O + CO(OH)_2 \text{ (अस्थायी)}$$

$$CO(OH)_2 \downarrow CO_2 + H_2O$$

4. **क्षारीय सोडियम हाइपोब्रोमाइट या हाइपोक्लोराइटकी क्रिया.** क्षारीय सोडियम हाइपोब्रोमाइट या हाइपोक्लोराइटकी क्रियासे यूरिआ ऑक्सीकृत हो जाता है। नाइट्रोजन, पानी, सोडियम ब्रोमाइड और कार्बन डाइ ऑक्साइड बनते हैं किन्तु क्षारकी अधिकता होनेके कारण कार्बन डाइ ऑक्साइड क्षारीय कार्बोनेट बना देता है।

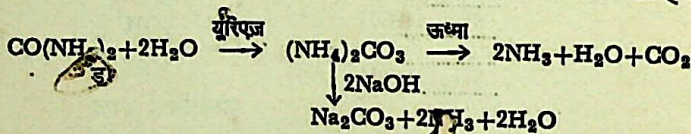
$$\begin{matrix} H_2 & N- & CO & -N & H_2 & \\ Na\,O\,Br & & Na\,O\,Br & & Na\,O\,Br & \end{matrix} \rightarrow 3NaBr+2H_2O+CO_2+N_2$$

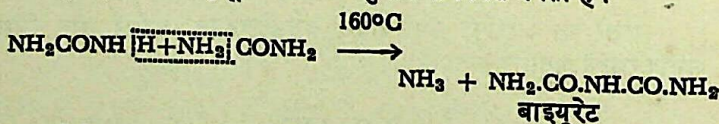
$$CO_2+2NaOH \rightarrow Na_2CO_3+H_2O$$

पूरी प्रतिक्रियाका समीकरण निम्नलिखित है :

$$NH_2.CO.NH_2+3NaOBr+2NaOH \longrightarrow 3H_2O+3NaBr+Na_2CO_3+N_2$$

5. **'यूरिएज़' विकर (enzyme) की यूरिआके जलीय घोल पर क्रिया.** यूरिएज़ नामक विकर यूरिआको अमोनियम कार्बोनेटमें बदल देता है जो गर्म करने पर या क्षारके मिलाने पर अमोनिया देता है। वायुमण्डलमें यह विकर मौजूद रहता है। इसीलिए गर्मीके मौसममें पेशाबघरोंसे अमोनियाकी तीव्र गन्ध निकलती है।

$$CO(NH_2)_2+2H_2O \xrightarrow{\text{यूरिएज़}} (NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} 2NH_3+H_2O+CO_2$$

$$(NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{2NaOH} Na_2CO_3+2NH_3+2H_2O$$

6. **बाइयूरेट प्रतिक्रिया.** एक सूखी परख नलीमें धीरे-धीरे गर्म करनेसे यूरिआ पहले पिघलता है; फिर अमोनिया तथा एक रंगहीन ठोस पदार्थ बनाता है जिसे 'बाइयूरेट' कहते हैं क्योंकि यह यूरिआके दो अणुओंके संघननसे बनता है।

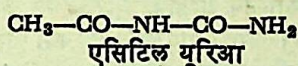
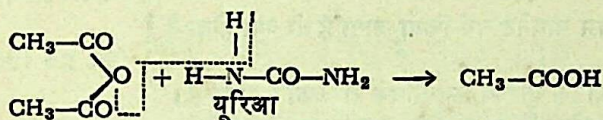
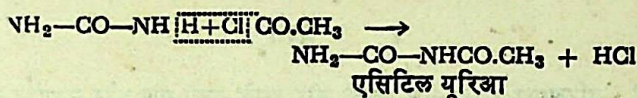
$$NH_2CONH\boxed{H+NH_2}CONH_2 \xrightarrow{160^\circ C} NH_3 + \underset{\text{बाइयूरेट}}{NH_2.CO.NH.CO.NH_2}$$

इस पदार्थको ठण्डा करके पानीमें घोल लेते हैं। घोलमें कॉपर सल्फ़ेटके तनु घोलकी कुछ बूंदें मिलाते हैं। फिर कास्टिक सोडाका जलीय घोल इतना मिलाते हैं कि घोल साफ़ हो जाय। अब घोलका रंग बैंगनी-गुलाबी हो जाता है। यह पूरी प्रतिक्रिया बाइयूरेट प्रतिक्रिया कही जाती है और यूरिआके परीक्षणके लिए इस्तेमाल की जाती है। वास्तवमें यह प्रतिक्रिया उन सब यौगिकोंकी विशिष्ट प्रतिक्रिया है जिनके अणुमें–CO–NH–समूह पाया जाता है। प्रोटीनोंके अणुमें यह समूह पाया जाता है और वे भी यह परीक्षण देते हैं।

7. **एसिटिल क्लोराइड या एसिटिक अनहाइड्राइडके साथ प्रतिक्रिया.** दोनों दशाओंमें—NH_2 समूहका हाइड्रोजन परमाणु 'एसिटिल मूलक' ($CH_3.CO.$) द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।

$$NH_2—CO—NH\,\boxed{H+Cl}\,CO.CH_3 \longrightarrow NH_2—CO—NHCO.CH_3 + HCl$$

एसिटिल यूरिआ

$$\begin{matrix} CH_3—CO \\ \quad\rangle O \\ CH_3—CO \end{matrix} + H—\overset{H}{\overset{|}{N}}—CO—NH_2 \longrightarrow CH_3—COOH + CH_3—CO—NH—CO—NH_2$$

यूरिआ — एसिटिल यूरिआ

उपयोग.

1. यूरिआका सबसे अधिक उपयोग कृत्रिम खादके रूपमें होता है।

2. यह फ़ॉर्मल्डिहाइड–यूरिआ प्लास्टिकें (जैसे 'प्लास्कन') बनानेके काम आता है।

3. यह कई औषधियोंके बनानेके लिए आरम्भिक पदार्थ है। यह बारबिटचूरिक अम्ल और बारबिटचूरेटोंके बनानेमें काम आता है जो औषधियोंके रूपमें इस्तेमाल किये जाते हैं।

4. यूरिआका आधुनिक उपयोग हाइड्रेज़ीन ($NH_2.NH_2$) के बनानेमें किया गया है।

5. गन कॉटन (gun cotton) नामक एक विस्फोटक पदार्थ होता है जो विना धुँयेंका बारूद (smokeless powder) बनानेमें काम आता है। गन कॉटनके 'स्थायित्व दायक' (stabiliser) के रूपमें यूरिआका उपयोग होता है। इसकी उपस्थितिमें गन कॉटन शीघ्र विस्फोटित नहीं होता।

परीक्षण.

1. **यूरिएज़ परीक्षण.** यूरिएज़ नामका विकर, जो सोयाबीन (soya bean) और तरबूज़के बीजमें पाया जाता है, जलीय घोलमें यूरिआको अमोनियम कार्बोनेटमें परिणत कर देता है। गर्म करनेसे अमोनियम कार्बोनेट अमोनियामें विच्छेदित हो जाता है। अतः यूरिआके जलीय घोलमें फ़ेनॉफ़्थेलीनकी एक-दो बूंद डाल कर उसको यूरिएजके साथ गर्म करें तो अमोनिया निकलनेके कारण घोलका रंग गुलाबी हो जायगा।

2. **जैन्थिड्रॉल परीक्षण.** जैन्थिड्रॉल (xynthydrol) नामक पदार्थके साथ एक परख नलीमें, यूरिआके घोलको गर्म करो। एक अघुलनशील केलासीय पदार्थ 'डाइ जैन्थिल यूरिआ' बनता हैं। यह यूरिआका बहुत सुग्राही (sensitive) परीक्षण है।

3. **बाइयूरेट परीक्षण:** देखो पृष्ठ 256 प्रतिक्रिया (6).

प्रश्न

1. यूरिआका रचना-सूत्र लिखो और इसके मुख्य गुण और उपयोग बताओ। (उ० प्र० 1958,61)
2. अमोनियम सायनेट गर्म किया जाता है तो क्या होता है ? (उ० प्र० 1960)
3. सिद्ध करो कि यूरिआ, कार्बोनिक अम्लका एमाइड है।
4. कास्टिक सोडाकी यूरिआ पर क्या क्रिया होती है ?
5. यूरिआको गर्म करने पर क्या होता है ? (उ० प्र० 1954, 1960)
6. एसिटेमाइड और यूरिआके बीच पहचान करनेके लिए क्या-क्या रासायनिक परीक्षाएं करोगे ? (उ० प्र० 1960)

17

तेल, वसा, साबुन और मोम

(Oils, Fats, Soaps and Waxes)

तेल, वसा, सावुन और मोम दैनिक उपयोगकी वस्तुएं हैं। तेल कई प्रकारके होते हैं। कुछ तेल पृथ्वीसे निकाले जाते हैं जैसे मिट्टीका तेल (kerosene oil) और पेट्रोल। ये हाइड्रोकार्वनोंका मिश्रण हैं और बहुत वाष्पशील और ज्वलनशील हैं। इनको 'खनिज तेल' (**mineral oils**) कहते हैं। दूसरे प्रकारके तेल वनस्पतियों या जन्तुओंसे प्राप्त किये जाते हैं। इन्हें वनस्पति या जन्तु तेल (vegetable or animal oils) कहते हैं।

वनस्पति तेल (vegetable oils) दो प्रकारके होते हैं। एक वे जो वाष्पशील और गन्धपूर्ण होते हैं। ये पेड़-पौधोंके विभिन्न भागोंमें पाये जाते हैं और भाप-आसवन (steam distillation) द्वारा उनसे निकाले जाते हैं। इन्हें वाष्पशील तेल या अर्क (volatile or essential oils) कहते हैं। पत्तियों और फूलोंमें महक इन्हींके कारण होती है। इन तेलोंमें एलीफ़ैटिक और वेंज़ीनिक दोनों प्रकारके यौगिक होते हैं।

केलेका तेल या एसेन्स, आइसो एमिल एसिटेट $CH_3.COO.C_5H_{11}$ है जो एक एलिफ़ैटिक एस्टर है। 'विण्टरग्रीन' नामके पौधेकी पत्तियोंसे जो तेल मिलता है वह 'विण्टरग्रीनका तेल' कहलाता है। यह मेथिल सैलिसिलेट $C_6H_4(OH)COOCH_3$ होता है। दूसरे प्रकारके तेल वे हैं जो बहुत कम वाष्पशील होते हैं और जिनमेंसे अधिकतरमें, शुद्ध अवस्थामें कोई गन्ध नहीं होती—इन्हें अवाष्पशील तेल या 'वसीय तेल' (fixed oils या fatty oils) कहते हैं।

इस तरह तेलोंका वर्गीकरण मानचित्रमें नीचे जैसा बनेगा :

1. खनिज तेल (mineral oils)
2. जन्तु और वनस्पति तेल
   - 'अवाष्पशील' या वसीय तेल (fixed or fatty oils)
   - 'वाष्पशील' तेल या अर्क (volatile or essential oils)

इस अध्यायमें अवाष्पशील तेलों और वसाओंका वर्णन होगा।

अधिकतर ये तेल ग्लिसरॉल ($CH_2OH.CHOH.CH_2OH$) और मॉनो कार्बाक्सिलिक अम्लोंके 'एस्टर' हैं। मोनो कार्बाक्सिलिक अम्ल ग्लिसरॉलके साथ तीन प्रकारके एस्टर (मोनो, डाइ और ट्राइ) बनाते हैं। प्रकृतिमें पाये जानेवाले तेल और वसाएं, ऊंचे अणु-भारके मॉनो कार्बाक्सिलिक अम्लोंके ट्राइ एस्टर हैं—

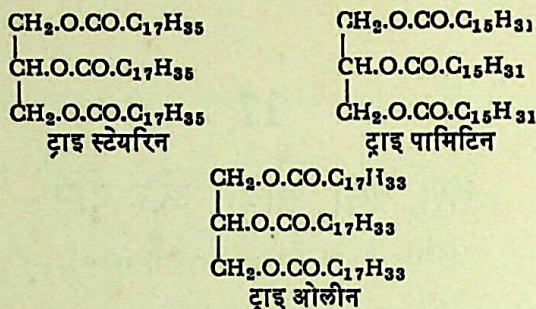
$$\begin{array}{l} CH_2.O.CO.C_{17}H_{35} \\ | \\ CH.O.CO.C_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2.O.CO.C_{17}H_{35} \end{array}$$

ट्राइ स्टेयरिन

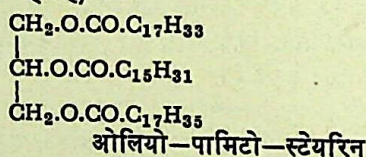
$$\begin{array}{l} CH_2.O.CO.C_{15}H_{31} \\ | \\ CH.O.CO.C_{15}H_{31} \\ | \\ CH_2.O.CO.C_{15}H_{31} \end{array}$$

ट्राइ पामिटिन

$$\begin{array}{l} CH_2.O.CO.C_{17}H_{33} \\ | \\ CH.O.CO.C_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2.O.CO.C_{17}H_{33} \end{array}$$

ट्राइ ओलीन

ये 'सरल ग्लिसराइड' हैं क्योंकि इनमें एक ही अम्ल ग्लिसरॉलसे संयुक्त है। अधिकतर तेल और वसाएं 'मिश्रित ग्लिसराइड' हैं। मिश्रित ग्लिसराइडोंमें दो या तीन अम्ल ग्लिसरॉलके अणुसे संयुक्त रहते हैं, जैसे—

$$\begin{array}{l} CH_2.O.CO.C_{17}H_{33} \\ | \\ CH.O.CO.C_{15}H_{31} \\ | \\ CH_2.O.CO.C_{17}H_{35} \end{array}$$

ओलियो—पामिटो—स्टेयरिन

ओलीक अम्ल असन्तृप्त अम्ल है। असन्तृप्त अम्लोंके 'ग्लिसराइड' अनेक तेलों और वसाओंमें पाये जाते हैं। इनमें प्रमुख ये हैं :

(*i*) लिनोलिक अम्ल→$C_{17}H_{31}.COOH$

(*ii*) लिनोलिनिक अम्ल→$C_{17}H_{29}COOH$

अलसीके तेल (linseed oil) में मुख्यतया इनके ग्लिसराइड मिलते हैं।

तेलों और वसाओंमें कोई रासायनिक अन्तर नहीं है। दोनों ही ऊंचे अणुभारके मॉनो कार्बाक्सिलिक अम्लोंके 'मिश्रित ग्लिसराइडों' के मिश्रण होते हैं। तेल उन ग्लिसराइडोंको कहते हैं जो साधारण ताप (20°C) पर द्रव होते हैं और वसा उन्हें कहते हैं जो साधारण ताप पर ठोस होते हैं। एक ही पदार्थ गर्मीमें तेल और जाड़ेमें वसा कहला सकता है। आम तौरसे असन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइड, साधारण ताप पर द्रव होते हैं और सन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइड ठोस। तेलोंमें असन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइड सन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइडोंकी अपेक्षा अधिक होते हैं और वसाओंमें इसका उल्टा होता है।

वनस्पति और जन्तुओंसे प्राप्त किया हर तेल या वसा अनेक ग्लिसराइडोंका मिश्रण होता है। वनस्पतियों और जन्तुओंसे प्राप्त तेलों और वसाओंमें उपस्थित कार्बाक्सिलिक अम्लोंके अणुमें कार्बन परमाणुओंकी संख्या हमेशा सम (even) होती है। यह नहीं बताया जा सका है कि ऐसा क्यों है।

प्राप्त करनेकी विधियां.

1. बीजोंको कुचलकर. अधिकतर अवाष्पशील तेल पौधोंके बीजोंको कुचलकर निकाले जाते हैं जैसे सरसों, मूंगफली, तिल, अलसी, रेंडीके तेल।

2. पशुओंके ऊतकों (tissues) को गर्म करके. जानवरोंके मांसको पानी में उबालते हैं। वसा पिघलकर पानीकी सतह पर आ जाती है। इसे अलग करके शुद्ध कर लेते हैं। विभिन्न पशुओंके मांससे वसा और मछलीसे तेल इसी विधिसे प्राप्त किये जाते हैं।

3. घोलकों द्वारा निष्कर्षण (Extraction by solvents). तेल और वसा अनेक कार्बनिक घोलकों जैसे कार्बन टेट्राक्लोराइड, बेंज़ीन, ईथरमें घुलनशील होते हैं। पशुके ऊतकोंको या कुचले हुए बीजोंको किसी उपयुक्त घोलकके सम्पर्कमें, उचित ताप पर रखनेसे तेल या वसा उसमें घुल जाते हैं। इस घोलसे आसवन द्वारा शुद्ध तेल या वसा मिल जाता है।

शोधन.

उपरोक्त विधियोंसे मिले तेलों और वसाओंमें कुछ स्वतंत्र अम्ल और कुछ वाष्पशील तेल अशुद्धियोंके रूपमें मिले होते हैं। इन्हींके कारण इनमेंसे गन्ध आती है। कुछ अन्य अशुद्धियोंके कारण ये रंगहीन भी नहीं होते।

इनका शोधन निम्नलिखित पदोंमें किया जाता है :

(*i*) **क्षारके साथ प्रतिक्रिया.** सोडियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा अम्ल सोडियम लवणमें परिणत हो जाता है और तेलसे अलग होकर उसकी तहमें बैठ जाता है।

(*ii*) **विरंजन.** अब तेलको जन्तु कोयले (animal charcoal) के साथ गर्म करनेसे वह रंगहीन हो जाता है। छानकर कोयला अलग कर दिया जाता है।

(*iii*) **भापकी क्रिया.** विरंजित तेलमें अति तप्त (superheated) भाप भेजी जाती है। इससे भापके साथ वाष्पशील तेल निकल जाते हैं और तेल गन्धहीन हो जाता है।

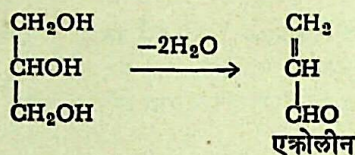
गुण

वसा और वसीय तेल साधारण ताप पर ठोस या अवाष्पशील द्रव होते हैं। शुद्ध अवस्थामें ये रंगहीन किन्तु अशुद्धियोंके कारण हल्के पीले या गहरे पीले रंगके होते हैं। शुद्ध अवस्थामें ये स्वादहीन होते हैं। वसाओंका द्रवणांक आमतौरसे 50°C के नीचे ही होता है—वैसे इनका कोई निश्चित द्रवणांक या क्वथनांक नहीं होता क्योंकि ये कोई एक शुद्ध यौगिक नहीं होते। ये पानीमें अघुलनशील किन्तु कार्बनिक घोलकों जैसे—ईथर, बेंज़ीन, क्लोरोफ़ॉर्म, कार्बन टेट्राक्लोराइड और कार्बन डाइसल्फ़ाइडमें घुलनशील हैं। प्रयोगशालामें ईथरको और उद्योगमें अधिकतर कार्बन टेट्राक्लोराइडको इनके घोलकके रूपमें इस्तेमाल करते हैं।

वसा और वसीय तेल एस्टर हैं और एस्टरोंके समान ही व्यवहार करते हैं। इनके रासायनिक व्यवहारसे सम्बन्धित महत्त्वपूर्ण बातें निम्नलिखित हैं :

1. ऊष्माका प्रभाव. 300°C से अधिक गर्म करनेसे ये विच्छेदित हो जाते हैं जिससे तीव्र दुर्गन्धवाली गैस 'एक्रोलीन' बनती है। यह गैस तेल या वसाके ग्लिसरॉल भागसे बनती है।

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{-2H_2O} \begin{array}{l} CH_2 \\ \| \\ CH \\ | \\ CHO \end{array}$$

एक्रोलीन

2. **ऑक्सीकरण** (वायुमण्डलीय ऑक्सीजन द्वारा). वे तेल जिनमें असन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइड अधिक होते हैं, हवामें खुला छोड़ देने पर ऑक्सीकृत हो जाते हैं और कठोर ठोस बनाते हैं। इसे तेलोंका सूखना (drying of oils) कहते हैं। इस क्रियामें पहले 'ऑक्सीकरण' होता है फिर ऑक्सीकृत यौगिक 'बहुलीकृत' होकर ठोस पदार्थ बनाता है। कुछ धातुई ऑक्साइडों जैसे लेड और मैंगेनीज़ ऑक्साइडकी उपस्थिति इस क्रियाको उत्प्रेरित करती है। इन उत्प्रेरकोंका उपयोग ऐसे तेलोंसे पेण्ट और वार्निश बनानेमें किया जाता है। सूखनेके गुणके आधार पर वसीय तेल तीन प्रकारके होते हैं :

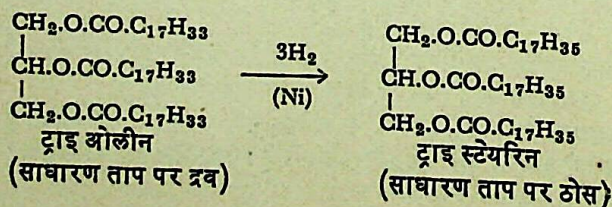
(क) **सूखनेवाले तेल (Drying oils).** ये हवामें खुला छोड़ देने पर शीघ्र सूखकर ठोस बनाते हैं। इनमें असन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइडोंका अनुपात बहुत अधिक होता है। अलसीका तेल (linseed oil) इसका अच्छा उदाहरण है।

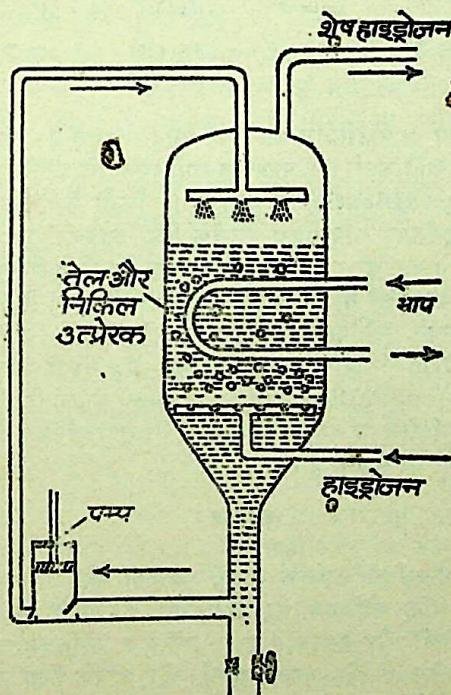
(ख) **थोड़ा सूखनेवाले तेल (Semi-drying oils).** ये धीरे-धीरे सूखकर गाढ़े द्रव या अर्द्ध ठोस (semi-solid) पदार्थ बनाते हैं। इनमें असन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइडोंका अनुपात अपेक्षाकृत कम होता है। बिनौले (cotton seed) का तेल और तिलका तेल इस प्रकारके तेल हैं।

(ग) **न सूखनेवाले तेल (Non-drying oils).** इनमें असन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइड या तो बिल्कुल नहीं होते या बहुत थोड़े अनुपातमें होते हैं। 'गरीका तेल' और 'ज़ैतूनका तेल' इसके उदाहरण हैं।

3. **हाइड्रोजनीकरण (Hydrogenation).** जिन तेलों या वसाओंमें असन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइड होते हैं उन्हें निकिल उत्प्रेरककी उपस्थितिमें हाइड्रोजन से प्रतिकृत करके सन्तृप्त अम्लोंके ग्लिसराइडोंमें बदला जा सकता है। इस प्रतिक्रिया में अम्लके अणुमें उपस्थित द्वि-बन्धन (double bond) पर हाइड्रोजनोंका योग होता है। इसलिए इसे तेलोंका 'हाइड्रोजनीकरण' कहते हैं। हाइड्रोजनीकरणके फलस्वरूप ये तेल वसामें परिणत हो जाते हैं, अतः इस प्रक्रिया (process) को 'तेलोंका कठोरीकरण' (hardening of oils) भी कहते हैं। उदाहरणार्थ ट्राइ ओलीनसे ट्राइ स्टेयरिन बन जाता है :

$$\begin{array}{l} CH_2.O.CO.C_{17}H_{33} \\ | \\ CH.O.CO.C_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2.O.CO.C_{17}H_{33} \end{array} \xrightarrow[(Ni)]{3H_2} \begin{array}{l} CH_2.O.CO.C_{17}H_{35} \\ | \\ CH.O.CO.C_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2.O.CO.C_{17}H_{35} \end{array}$$

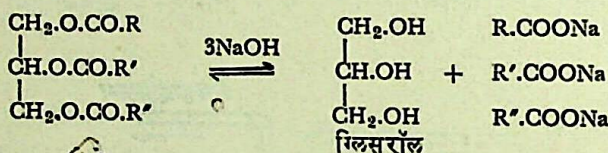
ट्राइ ओलीन (साधारण ताप पर द्रव) — ट्राइ स्टेयरिन (साधारण ताप पर ठोस)

वनस्पति घी, इसी विधिसे विभिन्न वनस्पति तेलों (जैसे मूंगफलीका तेल, तिल का तेल, आदि) के हाइड्रोजनीकरण द्वारा बनाये जाते हैं। वनस्पति तेलको लोहेकी बड़ी-बड़ी टंकियोंमें 180°C तक गर्म करते हैं। फिर उसमें निकिल फ़ॉर्मेट और इसका 1/4 कॉपर फ़ॉर्मेटका मिश्रण डालकर लगभग 15 वा० म० दाब तक सम्पीडित हाइड्रोजन प्रवाहित की जाती है। धातुई फ़ॉर्मेट इस ताप (180°C) पर विच्छेदित होकर सूक्ष्म वितरित धातु बना देते हैं जो उत्प्रेरकका काम करती है। हाइड्रोजनीकृत तेलोंका वर्तनांक (refractive index) थोड़े-थोड़े समयके बाद निकाला जाता है और एक निश्चित वर्तनांकके पहुँच जाने पर हाइड्रोजनीकरण बन्द कर दिया जाता है। इस प्रकार हाइड्रोजनीकरणकी प्रक्रिया नियंत्रित की जाती है। ऐसा करनेसे अभीष्ट द्रवणांककी ठोस वसा प्राप्त की जा सकती है। आमतौरसे पूर्ण हाइड्रोजनीकरण नहीं किया जाता क्योंकि ऐसा करनेसे बहुत कठोर और इतने ऊंचे द्रवणांककी वसा बनती है कि उसको खानेके काममें नहीं लाया जा सकता। अन्तमें सूक्ष्म वितरित उत्प्रेरकको विशेष प्रकारके छन्नकों (filters) से छानकर पृथक कर दिया जाता है।

खानेके लिए, हाइड्रोजनीकरणसे बनायी वसाके निर्माणमें दो सावधानियां नितान्त आवश्यक हैं।

चित्र 37. तेलसे वनस्पति घी बनाना।

(क) वसाका द्रवणांक शरीरके सामान्य ताप (37°C) से कम होना चाहिए ताकि वह आमाशयमें सरलतासे पिघल सके और पचायी जा सके। 37°C से कम द्रवणांक वाली वसा बनानेके लिए बहुत सावधानीसे नियंत्रित हाइड्रोजनीकरणकी आवश्यकता होती है। प्राकृतिक वसाओं (जैसे घी) में असन्तृप्त ग्लिसराइडोंका भी एक निश्चित अनुपात होता है जिसके कारण उसका द्रवणांक 37°C से कम होता है।

(ख) सूक्ष्म वितरित निकिल वसासे पूरी तरह निकल जाना चाहिए। इसकी एक निश्चितसे अधिक मात्रा शरीरके लिए घातक हो सकती है। कलिलीय निकिल (colloidal nickel) के खूनकी धारा (blood stream) में पहुँच जानेसे मृत्यु हो सकती है। निकिलकी उपस्थिति डाइ मेथिल ग्लायॉक्ज़ाइम परीक्षण द्वारा देखी जा सकती है।

4. जल-विच्छेदन. तेल और वसा, एस्टर होनेके कारण, पानी, खनिज अम्लों या क्षारोंके साथ गर्म करनेसे जल-विच्छेदित हो जाते हैं जिससे ग्लिसरॉल और कार्बाक्सिलिक अम्ल या उसका लवण बनता है (देखो—एस्टरोंका जल-विच्छेदन)

$$\begin{array}{l} CH_2.O.CO.R \\ | \\ CH.O.CO.R' \\ | \\ CH_2.O.CO.R'' \end{array} \xrightleftharpoons{3NaOH} \begin{array}{l} CH_2.OH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH_2.OH \\ \text{ग्लिसरॉल} \end{array} + \begin{array}{l} R.COONa \\ \\ R'.COONa \\ \\ R''.COONa \end{array}$$

बने हुए सोडियम या पोटैसियम लवणोंको 'साबुन' कहते हैं। इसीलिए यह प्रतिक्रिया 'साबुनीकरण' कही जाती है। आजकल सभी एस्टरोंके क्षारीय जल-विच्छेदनको **'साबुनीकरण' (saponification)** कहते हैं। किसी तेल अथवा वसाकी एक निश्चित मात्राको पूर्णतया साबुनीकृत करनेके लिए क्षारकी एक विशेष मात्राकी आवश्यकता होती है। क्षारकी यह मात्रा हर वसा या तेलके लिए स्थिर (constant) होती है लेकिन विभिन्न तेलों या वसाओंके लिए भिन्न-भिन्न होती है। "किसी वसा या तेलके एक ग्रामको पूर्णतया साबुनीकृत करनेमें जितने मिलीग्राम पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड (KOH) की आवश्यकता होती है—वह संख्या उस तेल या वसाका **'साबुनीकरण अंक' (saponification number)** कहलाती है।" साबुनीकरण अंकको जानकर किसी तेल या वसामें उपस्थित ग्लिसराइड किस अनुपातमें मौजूद हैं—यह मालूम किया जा सकता है।

साबुन

किसी भी कार्बाक्सिलिक अम्लके धातुई लवणको 'साबुन' कहा जा सकता है। आमतौरसे उन अम्लोंके सोडियम या पोटैसियम लवणोंको ही साबुन कहते हैं जिनके ग्लिसराइड तेलों और वसाओंमें पाये जाते हैं। सोडियम और पोटैसियमके लवण पानीमें घुलनशील होनेके कारण नहाने और धोनेके लिए उपयुक्त हैं। इन अम्लोंके कैल्सियम, मैग्नेसियम और अल्युमीनियम आदि लवण अघुलनशील होनेके कारण नहाने-धोनेके काम नहीं आ सकते। तेलोंको गाढ़ा करने, पेण्ट-वार्निश बनाने

और जलाभेद्य (water proof) कपड़े बनानेमें इनका उपयोग किया जाता है। सोडियम लवणों द्वारा बने सावुन **कठोर साबुन (hard soap)** कहलाते हैं। ये धोनेके काम आते हैं। पोटैशियम लवणोंवाले सावुन **नर्म साबुन (soft soap)** कहे जाते है। ये नहानेके काम आते हैं।

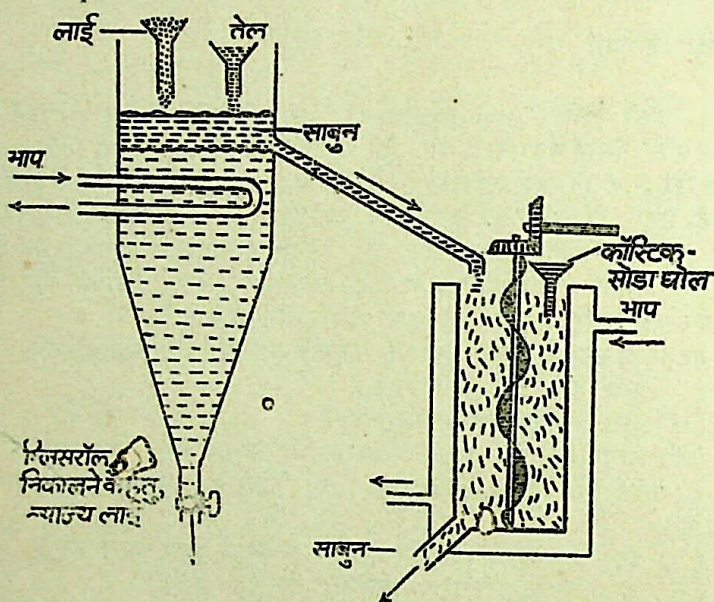
बनानेकी विधियां.

1. **ठण्डी विधि (Cold process).** मामूली कपड़े धोनेवाला सावुन इस विधिसे छोटे पैमाने पर बनाया जाता है। एक बड़े बर्तनमें महुवेके तेल (olive oil) को क़रीव 50-60°C तक गर्म करते हैं और उसमें कास्टिक सोडाका घोल डालकर शीशेकी छड़से मिश्रणको खूव चलाते हैं। कास्टिक सोडा और तेलकी प्रतिक्रियासे थोड़ी देरमें एक गाढ़ा पेस्ट बन जाता है। इस पेस्टको सांचोंमें डालकर 24 घण्टे छोड़ देनेसे जमकर सावुन तैयार हो जाती है। आमतौरसे, भारके हिसावसे, चार भाग तेल, एक भाग कास्टिक सोडा, और आठ भाग पानी लिये जाते हैं।

यह विधि सरल है किन्तु इससे बना सावुन अच्छा नहीं होता क्योंकि इसमें
(*i*) कुछ स्वतंत्र क्षार रह जाता है।
(*ii*) कुछ असावुनीकृत तेल रह जाता है।
(*iii*) सावुनीकरणमें वना हुआ ग्लिसरॉल भी सावुनके साथ मिला रहता है।

2. **गर्म विधि. (Hot process).** वड़े पैमाने पर सावुन इसी तरह बनाया जाता है।
(*i*) इसमें कोई भी स्थिर तेल (या वसा) इस्तेमाल किया जा सकता है।
(*ii*) इसमें तेलका पूरी तरह सावुनीकरण हो जाता है।
(*iii*) स्वतंत्र क्षार शेष नहीं रहता।
(*iv*) वना हुआ ग्लिसरॉल अलग कर लिया जाता है।

तेलको वड़े-बड़े बेलनाकार डेगों (cylindrical kettles) में जिसमें भाप ले जाने वाले पाइप लगे होते हैं, भाप द्वारा गर्म किया जाता है और थोड़ा-थोड़ा करके क्षारका घोल (लाइ-lye) डाला जाता है। भाप प्रवाहित करनेसे दोनों पदार्थ भलीभाँति मिल जाते हैं और तेलका सावुनीकरण हो जाता है। जब सावुनीकरण पूरा होनेवाला होता है तो मिश्रणका रंग कुछ गहरा हो जाता है। सावुनीकरण पूरा होने पर यह मिश्रण पारदर्शक होता है। अब इस घोलमें साधारण नमकका सन्तृप्त घोल मिलाया जाता है। नमकके घोलमें ग्लिसरॉल घुलनशील है, सावुन नहीं; इसलिए सावुन अवक्षेपित हो कर सोडियम क्लोराइडके घोलकी सतह पर उतराने लगता है। इसे अलग कर लेते हैं। इस प्रकार ग्लिसरॉलसे साबुनको पृथक करनेको 'लवण-अवक्षेपण' (salting out) कहते हैं। नीचेकी तहको जिसमें ग्लिसरॉल, नमक और थोड़ा सोडियम हाइड्रॉक्साइड भी होता है स्पेण्ट लाइ (spent lye) कहा जाता है। इसमेंसे ग्लिसरॉल अलग कर लेते हैं (देखो ग्लिसरॉल बनानेकी विधियां)। अलग किये हुए साबुनको पानीमें घोलकर थोड़ी-सी तनु लाईके साथ भाप द्वारा फिर गर्म किया जाता है ताकि यदि कुछ तेल रह गया हो तो वह भी सावुनीकृत हो जाय। लवण-अवक्षेपण द्वारा फिर

इसमेंसे साबुन अलग किया जाता है। थोड़ेसे पानी द्वारा धोकर इसमें लगा हुआ नमक और स्वतंत्र क्षार निकाल दिया जाता है। इसके बाद इसे सांचोंमें डालकर कई दिनों तक जमने देते हैं। टॉयलेट साबुन बनानेके लिए इस प्रकार बने साबुनको बहुत छोटे-छोटे टुकड़ों (chips) में काटकर फैला देते हैं और इच्छित सुगन्ध तथा रंग मिलाकर

चित्र 38. साबुन बनानेकी गर्म विधि।

मशीनोंमें दबाकर साबुनकी टिकियां बना ली जाती हैं। अधिकतर साबुनोंमें सुगन्ध और रंग आदि मिलानेसे पहले भारवर्धक पदार्थ (filling materials) जैसे सोडियम या मैग्नेसियम सिलीकेट या बढ़िया पिसा हुआ सोपस्टोन मिला देते हैं जिससे साबुन का केवल भार बढ़ जाता है गुण नहीं।

पारदर्शक साबुन. साधारण टॉयलेट साबुनको अल्कोहलमें घोलकर, घोलको गर्म करके अल्कोहल वाष्पीकृत कर देनेसे बचा हुआ पदार्थ जमने पर पारदर्शक साबुन बन जाता है।

हजामतवाला साबुन (Shaving soap). ये कास्टिक पोटाशसे बनाये जाते हैं। इनमें कुछ रोज़िन और ग्लिसरॉल भी मिला दिया जाता है। रोज़िन मिलानेके कारण ये झाग अधिक देते हैं और ग्लिसरॉल झागको शीघ्र सूखनेसे रोकता है।

प्रयोगशालामें साबुन बनाना. एक बड़ी-सी पोर्सिलेनकी प्याली (porcelain basin) में 100 ग्राम नारियल या महुवेका तेल लो और उसे 70°–80°C तक गर्म

करो। इसमें धीरे-धीरे कास्टिक सोडाका 10 % घोल, लगभग 200 घ० से० डालो और एक कांचकी छड़ (glass rod) द्वारा लगातार चलाते रहो। जब मिश्रण पतली लेई जैसा गाढ़ा हो जाय तो उसमें नमकका लगभग 100 घ० से० सन्तृप्त घोल डालो और गर्म करना बन्द कर दो। थोड़ी देरमें साबुनकी परत ऊपर आ जायगी। इसे अलग करके थोड़ेसे पानीसे धो लो। फिर 100 घ० से० पानीमें घोलकर इतनी देर तक गर्म करो कि घोल पेस्ट जैसा हो जाय। इसे ठण्डा होनेके लिए छोड़ दो। लगभग 24 घण्टोंमें जमकर यह साबुन बन जायगा।

अच्छे साबुनकी विशे[illegible]एं.

1. इसमें स्वतंत्र क्षार बिल्कुल नहीं होना चाहिए। (इसकी परीक्षा फ़िनॉफ़्थेलीन से की जा सकती है।)

2. अल्कोहलमें पूर्णतया घुलनशील होना चाहिए।
3. इस्तेमालके समय चिटकना (cracking) नहीं चाहिए।
4. इसमें नमी (जल) की मात्रा 10 % से अधिक नहीं होनी चाहिए।

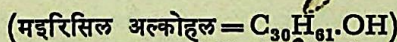
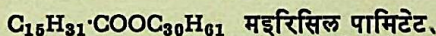
मोम (Wax)

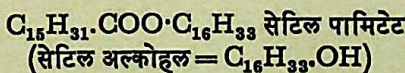
ये साधारण ताप पर ठोस होते हैं। देखनेमें वसाओं जैसे ही होते हैं। रासायनिक दृष्टिसे लगभग निष्क्रिय हैं। विभिन्न मोमोंकी रचना भिन्न-भिन्न होती है।

पैराफ़िन मोम (Paraffin wax) मुख्यतया सन्तृप्त और असन्तृप्त ठोस हाइड्रोकार्बनोंका मिश्रण होता है।

वनस्पति और जन्तु मोम. ये वसाओंके समान ही एस्टर होते हैं किन्तु ये ग्लिसराइड नहीं होते बल्कि अधिक अणु-भारवाले मोनोहाइड्रिक अल्कोहलों और अम्लोंके एस्टर होते हैं उदाहरणार्थ शहदके छत्तोंसे प्राप्त मोम (bees-wax) में प्रधानतया मइरिसिल पामिटेट नामक एस्टर होता है—

$C_{15}H_{31}\cdot COOC_{30}H_{61}$ मइरिसिल पामिटेट,

(मइरिसिल अल्कोहल $= C_{30}H_{61}.OH$)

स्पर्मेसिटी मोम (spermaceti wax) में, जो स्पर्म व्हेल (spermwhale—एक प्रकारकी मछली) से प्राप्त किया जाता है मुख्यतया सेटिल पामिटेट पाया जाता है।

$C_{15}H_{31}.COO\cdot C_{16}H_{33}$ सेटिल पामिटेट
(सेटिल अल्कोहल $= C_{16}H_{33}.OH$)

कार्नोबा मोम (carnauba wax) में, मुख्यतया कार्बोनिल पामिटेट ($C_{15}H_{31}.COO.C_{24}H_{49}$) और मइरिसिल सेरोटेट ($C_{25}H_{51}.COOC_{30}H_{61}$) होता है।

वसाओंके समान मोम भी पानीमें अघुलनशील किन्तु ईथर, बेंज़ीन, क्लोरोफ़ॉर्म और कार्बन टेट्राक्लोराइडमें घुलनशील होते हैं। इनमें ग्लिसराइड नहीं होते, इसलिए ये गर्म करने पर एक्रोलीन नहीं देते (वसाओंसे अन्तर)। वसाओंकी अपेक्षा ये कठिनाई से जल-विच्छेदित होते हैं। विभिन्न मोमोंके उपयोग और उनके उद्गम (source) निम्नलिखित हैं :

मोमका नाम	उद्गम	उपयोग
1. कार्नोबा मोम	खजूरके पत्तोंसे।	वार्निश और मोमबत्ती बनानेमें।
2. लेनोलिन	ऊनकी ग्रीससे।	मरहम (ointments) और कुछ पायस (emulsions) बनानेमें।
3. मधुमक्खी मोम (bees wax)	मधुमक्खियोंके छत्तोंसे।	मोमबत्तियां बनानेमें और फ़ार्मेसियोंके कामोंमें।
4. स्पर्मेसिटी मोम	स्पर्म व्हेलके सिरसे।	मोमबत्तियां बनानेमें, फ़ार्मेसियोंमें, कुछ मिठाइयां बनानेमें।
5. चीनी मोम (chinese wax)	एक प्रकारके कीड़ेसे।	मोमबत्तियां बनानेमें, औषधियोंमें, फ़र्नीचरोंकी पॉलिश बनानेमें।

प्रश्न

1. वनस्पति तेल और खनिज तेलमें कैसे भेद करोगे? कैस्टर तेल और मिट्टीके तेलमें कैसे भेद करोगे? दिखाओ कि तुमने इन रासायनिक प्रतिक्रियाओंको समझ लिया है। (उ० प्र० 1953, 1959)
2. 'साबुनीकरण' (saponification) पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखो। (उ० प्र० 1950, 56, 58)
3. 'गर्म विधि' द्वारा 'साबुनके कल्पन' पर एक संक्षिप्त लेख लिखो।
4. साबुनके कल्पनका वर्णन करो। साबुन, मोम, हाइड्रोजनीकृत वनस्पति तेल, वनस्पति तेल, क्रीम (स्नो) और ठोस वसीय अम्लमें क्या अन्तर है?
5. 'वसा' पर स्पष्ट और सूक्ष्म टिप्पणी लिखो। (उ० प्र० 1959)

18

कार्बोहाइड्रेट

(Carbohydrates)

कार्बोहाइड्रेट तीन तत्वोंके बने होते हैं : कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन। अधिकतर कार्बोहाइड्रेटोंमें हाइड्रोजन और ऑक्सीजनके परमाणुओंका अनुपात वही होता है जो पानीमें है। अतः इन कार्बोहाइड्रेटोंका सामान्य सूत्र $C_x.(H_2O)_y$ लिखा जा सकता है। इन कार्बोहाइड्रेटोंको देखकर ही इनका नाम कार्बोहाइड्रेट अर्थात् कार्बन के हाइड्रेट (कार्बन और पानीसे बने) रख लिया गया। लेकिन बादमें बहुत-से यौगिकों में जो इसी वर्गके हैं हाइड्रोजन और ऑक्सीजनका यह अनुपात नहीं सिद्ध हुआ जैसे रेमनोज़ ($C_6H_{12}O_5$) में। दूसरे, कुछ यौगिक ऐसे भी हैं जो इस वर्गके नहीं हैं लेकिन उनमें कार्बनके अलावा हाइड्रोजन और ऑक्सीजन ही हैं और वह भी पानीके अनुपातमें ही, जैसे एसिटिक अम्ल ($C_2H_4O_2$)। इसलिए अब इस वर्गके लिए यह नाम कुछ ग़लत हो गया है।

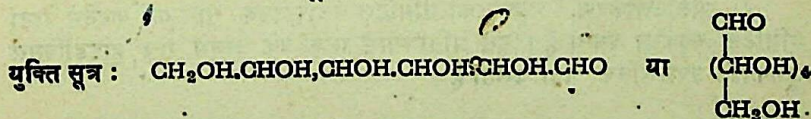
कार्बोहाइड्रेट असलमें बहुहाइड्रॉक्सी अल्डिहाइड या कीटोन हैं या वे यौगिक हैं जो जल-विच्छेदित होकर इनमें बदल जाते हैं।

वर्गीकरण. भौतिक गुणोंके आधार पर कार्बोहाइड्रेट दो तरहके होते हैं :

1. शक्करें (sugars)
2. ग़ैर-शक्करें (non-sugars)

शक्करें रवेदार, मीठी और पानीमें घुलनशील होती हैं जैसे ग्लूकोज, फ़्रुक्टोज, सुक्रोज़। ग़ैर-शक्करें अकेलासीय, स्वादहीन, और पानीमें लगभग अघुलनशील होते हैं जैसे स्टार्च, सेलुलोज़ आदि।

ग्लूकोज़ (Glucose)

युक्ति सूत्र : $CH_2OH.CHOH.CHOH.CHOH.CHOH.CHO$ या $CHO-(CHOH)_4-CH_2OH$

शक्करोंमें सबसे महत्त्वपूर्ण और सबसे अधिक पाया जानेवाला कार्बोहाइड्रेट ग्लूकोज़ है। यह सभी मीठे फलोंमें होता है। पके हुए अंगूरोंका तो 30% ग्लूकोज़ ही है। इसीलिए इसे अंग्रेज़ीमें ग्रेपशुगर या हिन्दीमें अंगूरी शक्कर भी कहते हैं। हमारे रक्तमें भी इसकी सूक्ष्ममात्रा रहती है। मधुमेह (diabetes) के रोगियोंके मूत्र में इसकी मात्रा 10% तक हो जाती है।

बनानेकी प्रयोगशाला विधि. साधारण चीनीको रसायनमें सुक्रोज़ कहते हैं। सुक्रोज़का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। इसके जल-विच्छेदनसे ग्लूकोज़ तैयार होता है।

$$\underset{\text{सुक्रोज़}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightleftharpoons{HCl} \underset{\text{ग्लूकोज़}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ़्रूक्टोज़}}{C_6H_{12}O_6}$$

फ़्रूक्टोज़ अल्कोहलमें अधिक घुलनशील है और ग्लूकोज़ कम, इसलिए जल-विच्छेदन अल्कोहलमें करते हैं।

गुण.

यह सफ़ेद केलासीय ठोस है। इसका द्रवणांक 146°C है लेकिन जलीय घोलसे केलासित ग्लूकोज़ मोनोहाइड्रेट ($C_6H_{12}O_6.H_2O$) 86°C पर द्रवित होता है। यह पानीमें बहुत घुलनशील है, अल्कोहलमें बहुत कम घुलता है और ईथरमें नहीं घुलता। यह प्रकाश-प्रति-सक्रिय (optically active) है और ध्रुवीकृत (polarised) प्रकाश के ध्रुवीयन तल (plane of polarisation) को दाहिनी ओर घुमाता है। इसीसे इसको 'डेक्सट्रोज़' (dextrose) भी कहते हैं (dextro = दाहिनी ओर)। यह चीनीसे कम मीठा होता है।

ग्लूकोज़का सूत्र निम्नलिखित है :

$$CH_2OH.CHOH.CHOH.CHOH.CHOH.CHO$$
या
$$CH_2.OH.(CH.OH)_4.CHO$$

ग्लूकोज़के अणुमें एक प्राथमिक अल्कोहलीय मूलक ($-CH_2OH$), चार द्वैतीयिक अल्कोहलीय मूलक ($>CHOH$) और एक अल्डिहाइड मूलक ($-CHO$) है। अतः यह अल्कोहल और अल्डिहाइड, दोनों प्रकारके यौगिकोंकी तरह व्यवहार करता है।

(क) हाइड्रॉक्सिल मूलकोंकी प्रतिक्रियाएं.

1. **एसिटिलीकरण.** ग्लूकोज़को एसिटिल क्लोराइडके साथ गर्म करनेसे पेण्टा एसिटिल ग्लूकोज़ बनता है। इस प्रतिक्रियासे ग्लूकोज़के अणुमें पांच हाइड्रॉक्सिल मूलकोंकी उपस्थितिका पता चलता है।

$$\begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 5CH_3.COCl \xrightarrow{\text{अनार्द्र } ZnCl_2} \underset{\text{पेण्टा एसिटिल ग्लूकोज़}}{\begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CH.O.CO.CH_3)_4 \\ | \\ CH_2.O.CO.CH_3 \end{array}} + 5HCl$$

2. **ग्लूकोज़ेटों (Glucosates) का बनना.** अनेक धातुई हाइड्रॉक्साइडोंके साथ प्रतिक्रिया करके ग्लूकोज़, पानीमें अघुलनशील भास्मिक लवण (basic salts) बनाता है जिन्हें 'ग्लूकोज़ेट' कहते हैं—

$$\underset{\text{ग्लूकोज़}}{C_6H_{11}O_5.OH} + \underset{\text{कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड}}{HO\ Ca.OH} \longrightarrow \underset{\text{कैल्सियम ग्लूकोज़ेट}}{C_6H_{11}O_5.O.CaOH} + H_2O$$

कैल्सियम ग्लूकोज़ेटको साधारणतया $C_6H_{12}O_6.CaO$ लिखते हैं।

(ख) **अल्डिहाइड मूलककी प्रतिक्रियाएं**

1. **ऑक्सीकरण.** हल्के ऑक्सीकारकों जैसे ब्रोमीन जल, अमोनियामय सिल्वर नाइट्रेट और फ़ेहलिंग के घोल द्वारा ऑक्सीकरणसे ग्लूकॉनिक अम्ल $[CH_2OH(CHOH)_4.COOH]$ बनता है जिसमें ग्लूकोज़का —CHO मूलक —COOH में ऑक्सीकृत हो गया है।

ग्लूकोज़ पर तीव्र ऑक्सीकारकों जैसे सान्द्र नाइट्रिक अम्लकी क्रियासे सैकरिक अम्ल बनता है। इसमें ग्लूकोज़का प्रा० अल्कोहलीय मूलक भी ऑक्सीकृत हो जाता है।

$$\underset{\text{ग्लूकोज़}}{CH_2OH.(CHOH)_4.CHO} + 3[O] \longrightarrow \underset{\text{सैकरिक अम्ल}}{HOOC.(CHOH)_4.COOH}$$

2. **अवकरण.** सोडियम अमलगम और पानी या अल्कोहल द्वारा अवकृत करने से ग्लूकोज़का — CHO मूलक — CH_2OH में परिणत हो जाता है।

$$\underset{\text{ग्लूकोज़}}{CH_2OH.(CHOH)_4.CHO} + 2H \longrightarrow \underset{\text{सॉर्विटॉल}}{CH_2OH(CHOH)_4.CH_2OH}$$

3. **हाइड्रोजन सायनाइडसे प्रतिक्रिया.** ग्लूकोज़ सायनोहाइड्रिन बनता है।

$$\underset{\text{ग्लूकोज़}}{CH_2OH.(CHOH).C\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown H\end{matrix}} + HCN \longrightarrow \underset{\text{ग्लूकोज़ सायनोहाइड्रिन}}{CH_2OH.(CHOH)_4.C.H\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown CN\end{matrix}}$$

नोट. साधारण अल्डिहाइडोंके समान ग्लूकोज़ अमोनिया और सोडियम बाइसल्फ़ाइटके साथ युक्त यौगिक नहीं बनाता।

4. **हाइड्रॉक्सिलेमीनसे प्रतिक्रिया.** ग्लूकोज़ॉक्साइम बनता है।

$$\underset{\text{ग्लूकोज़}}{CH_2OH-(CHOH)_4-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\boxed{O + H_2}NOH} \longrightarrow \underset{\text{ग्लूकोज़ॉक्साइम}}{CH_2OH-(CHOH)_4-\overset{H}{\overset{|}{C}}=NOH} + H_2O$$

बनानेकी प्रयोगशाला विधि. साधारण चीनीको रसायनमें सुक्रोज़ कहते हैं। सुक्रोज़का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। इसके जल-विच्छेदनसे ग्लूकोज़ तैयार होता है।

$$\underset{\text{सुक्रोज़}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \overset{HCl}{\rightleftharpoons} \underset{\text{ग्लूकोज़}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ़्रूक्टोज़}}{C_6H_{12}O_6}$$

फ़्रूक्टोज़ अल्कोहलमें अधिक घुलनशील है और ग्लूकोज़ कम, इसलिए जल-विच्छेदन अल्कोहलमें करते हैं।

गुण.

यह सफ़ेद केलासीय ठोस है। इसका द्रवणांक 146°C है लेकिन जलीय घोलसे केलासित ग्लूकोज़ मोनोहाइड्रेट ($C_6H_{12}O_6.H_2O$) 86°C पर द्रवित होता है। यह पानीमें बहुत घुलनशील है, अल्कोहलमें बहुत कम घुलता है और ईथरमें नहीं घुलता। यह प्रकाश-प्रति-सक्रिय (optically active) है और ध्रुवीकृत (polarised) प्रकाश के ध्रुवीयन तल (plane of polarisation) को दाहिनी ओर घुमाता है। इसीसे इसको 'डेक्सट्रोज़' (dextrose) भी कहते हैं (dextro = दाहिनी ओर)। यह चीनीसे कम मीठा होता है।

ग्लूकोज़का सूत्र निम्नलिखित है :

$$CH_2OH.CHOH.CHOH.CHOH.CHOH.CHO$$
या
$$CH_2.OH.(CH.OH)_4.CHO$$

ग्लूकोज़के अणुमें एक प्राथमिक अल्कोहलीय मूलक ($-CH_2OH$), चार द्वैतीयिक अल्कोहलीय मूलक ($>CHOH$) और एक अल्डिहाइड मूलक ($-CHO$) है। अतः यह अल्कोहल और अल्डिहाइड, दोनों प्रकारके यौगिकोंकी तरह व्यवहार करता है।

(क) हाइड्रॉक्सिल मूलकोंकी प्रतिक्रियाएं.

1. **एसिटिलीकरण.** ग्लूकोज़को एसिटिल क्लोराइडके साथ गर्म करनेसे पेण्टा एसिटिल ग्लूकोज़ बनता है। इस प्रतिक्रियासे ग्लूकोज़के अणुमें पांच हाइड्रॉक्सिल मूलकोंकी उपस्थितिका पता चलता है।

$$\begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 5CH_3.COCl \xrightarrow{\text{अनार्द्र } ZnCl_2} \begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CH.O.CO.CH_3)_4 \\ | \\ CH_2.O.CO.CH_3 \end{array} + 5HCl$$

पेण्टा एसिटिल ग्लूकोज़

2. ग्लूकोज़ेटों (Glucosates) का बनना. अनेक धातुई हाइड्रॉक्साइडोंके साथ प्रतिक्रिया करके ग्लूकोज़, पानीमें अघुलनशील भास्मिक लवण (basic salts) बनाता है जिन्हें 'ग्लूकोज़ेट' कहते हैं—

$$C_6H_{11}O_5.OH + HO\,Ca.OH \longrightarrow C_6H_{11}O_5.O.CaOH + H_2O$$

ग्लूकोज़ — कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड — कैल्सियम ग्लूकोज़ेट

कैल्सियम ग्लूकोज़ेटको साधारणतया $C_6H_{12}O_6.CaO$ लिखते हैं।

(ख) अल्डिहाइड मूलककी प्रतिक्रियाएं

1. ऑक्सीकरण. हल्के ऑक्सीकारकों जैसे ब्रोमीन जल, अमोनियामय सिल्वर नाइट्रेट और फ़ेहलिंग के घोल द्वारा ऑक्सीकरणसे ग्लूकॉनिक अम्ल [$CH_2OH(CHOH)_4.COOH$] बनता है जिसमें ग्लूकोज़का—CHO मूलक—COOH में ऑक्सीकृत हो गया है।

ग्लूकोज़ पर तीव्र ऑक्सीकारकों जैसे सान्द्र नाइट्रिक अम्लकी क्रियासे सैकरिक अम्ल बनता है। इसमें ग्लूकोज़का प्रा० अल्कोहलीय मूलक भी ऑक्सीकृत हो जाता है।

$$CH_2OH.(CHOH)_4.CHO + 3[O] \longrightarrow HOOC.(CHOH)_4.COOH$$

ग्लूकोज़ — सैकरिक अम्ल

2. अवकरण. सोडियम अमलगम और पानी या अल्कोहल द्वारा अवकृत करने से ग्लूकोज़का — CHO मूलक — CH_2OH में परिणत हो जाता है।

$$CH_2OH.(CHOH)_4.CHO + 2H \longrightarrow CH_2OH(CHOH)_4.CH_2OH$$

ग्लूकोज़ — सॉर्बिटॉल

3. हाइड्रोजन सायनाइडसे प्रतिक्रिया. ग्लूकोज़ सायनोहाइड्रिन बनता है।

$$CH_2OH.(CHOH).C{\overset{\displaystyle O}{\underset{\displaystyle H}{\lessgtr}}} + HCN \longrightarrow CH_2OH.(CHOH)_4.CH{\overset{\displaystyle OH}{\underset{\displaystyle CN}{<}}}$$

ग्लूकोज़ — ग्लूकोज़ सायनोहाइड्रिन

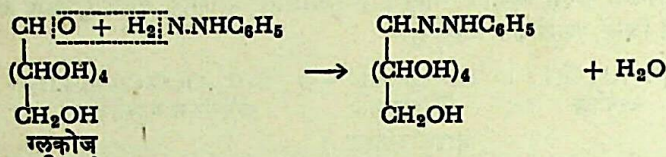
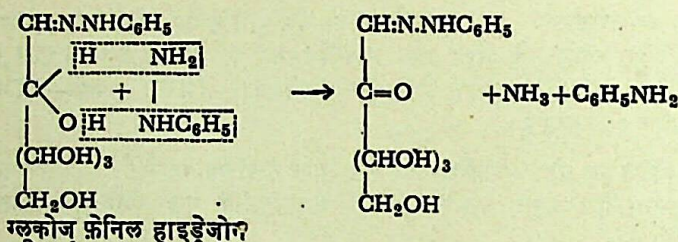
नोट. साधारण अल्डिहाइडोंके समान ग्लूकोज़ अमोनिया और सोडियम बाइसल्फ़ाइटके साथ युक्त यौगिक नहीं बनाता।

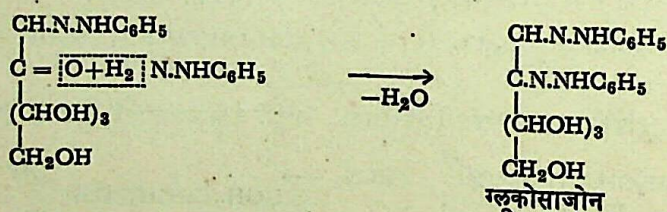
4. हाइड्रॉक्सिलेमीनसे प्रतिक्रिया. ग्लूकोज़ॉक्साइम बनता है।

$$CH_2OH-(CHOH)_4-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\boxed{O + H_2}NOH \longrightarrow CH_2OH-(CHOH)_4-\overset{H}{\overset{|}{C}}=NOH + H_2O$$

ग्लूकोज़ — ग्लूकोज़ॉक्साइम

5. **फ़ेनिल हाइड्रेज़ीनसे प्रतिक्रिया.** पहले ग्लूकोज़ फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन बनता है।

$$\begin{array}{l} CH\,\boxed{O + H_2}\,N.NHC_6H_5 \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{ग्लूकोज़} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH.N.NHC_6H_5 \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \quad + H_2O$$

फ़ेनिल हाइड्रोज़ोनकी अधिकतामें गर्म करनेसे. 'ग्लूकोज़ फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन' एक अणु फ़ेनिल हाइड्रेज़ीनसे निम्नलिखित समीकरणके अनुसार क्रिया करता है :

इस प्रकार बने यौगिकमें कार्बोनिल ($>C=O$) मूलक होनेके कारण यह एक अणु फ़ेनिल हाइड्रेज़ीनके साथ फिर अल्डिहाइडों या कीटोनोंकी तरह क्रिया करता है—

$$\begin{array}{l} CH.N.NHC_6H_5 \\ | \\ C = \boxed{O+H_2}\,N.NHC_6H_5 \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[-H_2O]{} \begin{array}{l} CH.N.NHC_6H_5 \\ | \\ C.N.NHC_6H_5 \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{ग्लूकोसाज़ोन} \end{array}$$

इस प्रकार बना हुआ अन्तिम क्रियाफल 'ग्लूकोसाज़ोन' कहलाता है।

6. **क्षारोंके साथ प्रतिक्रिया.** सोडियम हाइड्रॉक्साइडके सान्द्र घोलके साथ गर्म करनेसे ग्लूकोज़ (अल्डिहाइडोंकी तरह) भूरे रंगके रेज़िनीय (resinous) पदार्थ बनाता है

ग्लूकोज़का किण्वन. ईस्टमें उपस्थित ज़ाइमेज़ (zymase) विकर द्वारा ग्लूकोज़ किण्वित हो जाता है। एथेनॉल और कार्बन डाइ ऑक्साइड बनते हैं।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ज़ाइमेज़}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

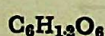
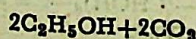
ग्लूकोज़ 'शिफ़ प्रतिक्रिया' नहीं देता।

रचना.

1. ग्लूकोज़का अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ है।

2. ग्लूकोज़के ऑक्सीकरण और इसकी हाइड्रोजन सायनाइड (HCN), हाइड्रॉक्सिलेमीन (NH_2OH) और फ़ेनिल हाइड्रेज़ीन ($C_6H_5NH.NH_2$) के साथ प्रतिक्रियासे इसके एक अणुमें एक अल्डिहाइड मूलक (—CHO) की उपस्थिति सिद्ध होती है।

3. ग्लूकोज़के एसिटिलीकरणसे इसमें पांच हाइड्रॉक्सिल मूलकोंकी उपस्थितिका पता चलता है।

4. ग्लूकोज़के अवकरणसे इसमें छः कार्बन परमाणुओंकी एक सरल श्रृंखला (अर्थात् अशाखायुक्त श्रृंखला) की उपस्थितिका पता चलता है।

5. किसी स्थायी यौगिकमें एक ही कार्बन परमाणुसे एकसे अधिक हाइड्रॉक्सिल मूलक नहीं जुड़े रह सकते।

अतः ग्लूकोज़का रचना-सूत्र निम्नलिखित होना चाहिए :

$$CH_2OH.CHOH.CHOH.CHOH.CHOH.CHO$$

किन्तु आमतौरसे ग्लूकोज़ जिस रूपमें रहता है उसे निम्न सूत्रसे प्रदर्शित किया जा सकता है :

```
CH2OH.CH.CHOH.CHOH.CHOH.CHOH
      |                    |
      └─────────O──────────┘

          HOHC—CHOH
          /        \
या     HOHC        CHOH
          \        /
           CH—O
           |
           CH2OH
```

इस चाक्रिक सूत्र (cyclic formula) में स्वतंत्र अल्डिहाइड मूलक नहीं है। इसीलिए ग्लूकोज़ अमोनिया और सोडियम बाइ सल्फ़ाइट ($NaHSO_3$) के साथ युक्त यौगिक (addition compound) नहीं बनाता। जो प्रतिकारक ग्लूकोज़में स्वतंत्र अल्डिहाइड मूलककी उपस्थिति दिखलाते हैं (जैसे HCN, NH_2OH, $C_6H_5NHNH_2$ आदि), वे पहले ग्लूकोज़के चक्रको तोड़ देते हैं जिससे खुली श्रृंखलावाला ग्लूकोज़ अणु बनता है और अब इसमें स्वतंत्र अल्डिहाइड मूलक होता है जो इन प्रतिकारकोंसे क्रिया करता है। अमोनिया और सोडियम बाइ सल्फ़ाइट चक्रको नहीं तोड़ पाते, इसलिए वे क्रिया नहीं करते।

परीक्षण.

1. **फ़ेहलिंग परीक्षण.** एक परखनलीमें आठ घ० से० फ़ेहलिंगका घोल लो। उसमें दो घ० से० ग्लूकोज़का घोल मिलाकर गर्म करो। पीला, नारंगी-लाल

(orange red) या भूरा अवक्षेप मिलेगा। यह ... या $Cu_2O.H_2O$ (हाइड्रेटेड क्यूप्रस ऑक्साइड) है।

2. **बेनेडिक्ट परीक्षण.** बेनेडिक्ट का घोल (फ़ेहलिंगके घोलके समान) क्यूप्रिक ऑक्साइड (CuO) का घोल होता है जो ग्लूकोज़ द्वारा अवकृत होकर क्यूप्रस ऑक्साइड (Cu_2O) या हाइड्रेटेड क्यूप्रस ऑक्साइड ($Cu_2O.H_2O$) का पीला, नारंगी, लाल या भूरा अवक्षेप देता है। इसमें इतना अन्तर है कि यह कॉपर सल्फ़ेटके घोलमें सोडियम साइट्रेट (सोडियम पोटैसियम टारटरेटके बजाय) और सोडियम कार्बोनेट (सोडियम हाइड्रॉक्साइडके बजाय) के मिश्रित घोलको मिलानेसे बनता है।

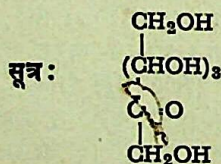
मधुमेहके रोगियोंके मूत्रमें ग्लूकोज़की परीक्षा करनेके लिए दोनों ही परीक्षण काममें आते हैं। बेनेडिक्ट परीक्षण, फ़ेहलिंग के परीक्षणसे अधिक अच्छा है क्योंकि मूत्र में उपस्थित अन्य पदार्थ जैसे यूरिक अम्ल और क्रियेटेनिन इस परीक्षामें बाधक नहीं होते। ['फ़ेहलिंग' परीक्षणमें ये बाधा डालते हैं] मूत्रको अधिक समय तक सुरक्षित (preserve) रखनेके लिए उसमें क्लोरोफ़ॉर्म मिला दिया जाता है। क्लोरोफ़ॉर्म भी फ़ेहलिंग परीक्षणमें बाधा डालता है किन्तु बेनेडिक्ट परीक्षणमें नहीं।

उपयोग.

1. ग्लूकोज बहुत सरलतासे पचता है, इसलिए दुर्बल मनुष्यों और रोगियोंको खिलाया जाता है। कमजोरीमें इसका तनु घोल इंजेक्शनसे भी शरीरमें पहुँचाते हैं।
2. 'कैल्सियम ग्लूकोनेट' के रूपमें यह शरीरमें कैल्सियमकी कमीमें दिया जाता है।
3. इसका शराब बनानेमें उपयोग होता है।
4. बिस्कुट और खानेकी बढ़िया तम्बाकूमें इसका इस्तेमाल होता है।
5. फलोंके सुरक्षण (preservation) में भी यह काम आता है।
6. कई उद्योगोंमें अवकारकके रूपमें इसका उपयोग होता है।

फ़्रक्टोज़ (Fructose)

सूत्र :

$$\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ C=O \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

यह सभी मीठे फलों और शहदमें होता है। इसलिए इसको 'फलोंकी शकर' (fruit sugar) भी कहते हैं।

गुण.

फ़्रक्टोज़ सफ़ेद, केलासीय पदार्थ है। यह ध्रुवीकृत प्रकाश (polarised light) के ध्रुवीयन तल (plane of polarisation) को बायीं ओर घुमाता है। इसलिए

इसको 'लीवोलोज़' [लीवो (laevo) = बायीं ओर] भी कहते हैं। यह ग्लूकोज़से अधिक मीठा होता है।

फ़्रूक्टोज़ और ग्लूकोज़में बहुत थोड़ा रचनात्मक अन्तर है। इसलिए फ़्रूक्टोज़ और ग्लूकोज़की प्रतिक्रियाओंमें भी विशेष अन्तर नहीं है। फ़्रूक्टोज़ एक पेण्टा हाइड्रॉक्सी कीटोन है और ग्लूकोज़ एक पेण्टा हाइड्रॉक्सी अल्डिहाइड है। इनकी प्रतिक्रियाओंमें लगभग वही अन्तर है जो अल्डिहाइडों और कीटोनोंकी प्रतिक्रियाओंमें होता है।

सुक्रोज़ या चीनी (Sucrose or Sugar)

यह गन्ने और चुकन्दरमें 13-20% तक पाया जाता है। कुछ अन्य पौधोंके तनों और जड़ोंमें भी कुछ सुक्रोज़ मिलता है। कुछ फलोंमें जैसे अनन्नास और केलेमें, तथा बादाम और शहदमें भी यह होता है। गर्म देशोंमें चीनीका उत्पादन गन्नेसे किया जाता है। ठण्डे देशोंमें यह चुकन्दरसे बनायी जाती है।

गन्नेसे चीनी बनाना.

1. **रसका शोधन.** गन्नोंसे रस निकाल लिया जाता है। इस रसमें सुक्रोज़के अलावा अन्य पदार्थ भी रहते हैं। रसको छानकर इसे 2-3% सान्द्रताके कैल्सियम हाइड्रॉक्साइडके घोलके साथ गर्म करते हैं। इससे अम्लीय पदार्थ उदासीन होकर कैल्सियम लवणोंके रूपमें अवक्षेपित हो जाते हैं। प्रोटीनें और अन्य कलिलीय पदार्थ रसकी सतह पर आ जाते हैं या तहमें बैठ जाते हैं। इन्हें यांत्रिक विधिसे (mechanically) अलग कर दिया जाता है। इस प्रक्रियाको 'डेफ़ीकेशन' (शोधन) कहते हैं। अब घोलमें मुख्यतया सुक्रोज़ (कैल्सियम सुक्रोज़ेट, $C_{12}H_{22}O_{11}.3CaO$ के रूपमें) रहता है और कुछ कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड भी बच रहता है। इसे कार्बोनेशन टैंकोंमें भेजकर इसमें कार्बन डाइ ऑक्साइड प्रवाहित की जाती है। इससे कैल्सियम सुक्रोज़ेट, कैल्सियम कार्बोनेटके रूपमें अवक्षेपित हो जाता है और कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड सुक्रोज़ तथा कैल्सियम कार्बोनेटमें विच्छेदित हो जाता है।

कैल्सियम कार्बोनेट छानकर अलग कर दिया जाता है। अब रसमें सल्फ़र डाइ ऑक्साइड प्रवाहित करके उसे पूरी तौरसे उदासीन कर लेते हैं। सल्फ़र डाइ ऑक्साइड रसको विरंजित करती है और उसके ऑक्सीकरणको रोकती भी है। अवक्षेपित हुए कैल्सियम सल्फ़ाइटको छानकर अलग कर दिया जाता है।

अब रसको कम दबाव (reduced pressure) पर वाष्पित (evaporate) करते हैं। इससे घोल काफ़ी सान्द्र हो जाता है और तब 'केलासन टंकियों' में पहुँचा दिया जाता है। केलासन टैंकोंमें पड़ा रहने पर शकरके केलास पृथक होने लगते हैं। 'केन्द्रापसारी मशीनों' (centrifugal machines) में चलाकर केलासोंको मातृद्रावसे अलग कर लिया जाता है। फिर केलासोंको गर्म हवासे सुखा लेते हैं। प्राप्त शकर हल्के भूरे रंगकी होती है। इसे 'कच्ची शकर' (raw sugar) कहते हैं। कच्ची शकरको गर्म पानीमें घोलकर जन्तु चारकोल (animal charcoal) परसे प्रवाहित करते हैं। जन्तु चारकोल अशुद्धियोंको अधिशोषित (adsorb) करके घोलको विरंजित करता है।

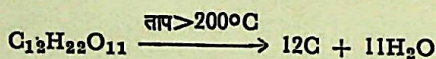
रंगहीन घोलसे शकरके सफ़ेद केलास बनते हैं। इन्हें [illegible] मशीनोंकी सहायतासे अलग करके गर्म हवासे सुखाया जाता है। इस प्रकार प्र[illegible] चीनी 99·9% तक शुद्ध होती है।

शीरा और उसके उपयोग. जब गन्नेके रससे अधिकसे अधिक चीनी निकाल ली जाती है तो बचे हुए मातृ-द्रावको शीरा (molasses) कहते हैं। [illegible] बहुत चीनी रहती है किन्तु इसे आसानीसे केलासित नहीं किया जा सकता। शीरेका इस्तेमाल देशी शराब बनानेमें, खादके रूपमें, और किण्वन द्वारा एथेनॉल, सिरका और एसिटोन बनानेमें किया जाता है।

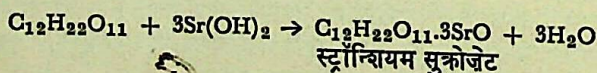
गुण.

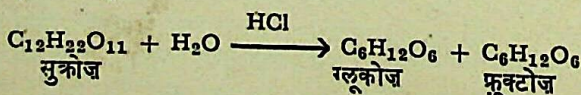
सुक्रोज़ एक सफ़ेद केलासीय और मीठा पदार्थ है। यह पानीमें बहुत घुलनशील है और अल्कोहलमें कम घुलता है। 60°C (द्रवणांक) पर यह पिघलता है। द्रवित चीनी को ठण्डा करनेसे हल्के पीले रंगका कांच जैसा (glassy) ठोस बनता है। यह अकेलासीय सुक्रोज़ है। इसे 'बारली शुगर' (barley sugar) कहते हैं। सुक्रोज़की अकेलासीय अवस्था (amorphous state) अस्थायी होती है, इसलिए जल्दी ही यह केलासीय सुक्रोज़में बदल जाता है। सुक्रोज़ प्रकाश-प्रति सक्रिय है। इसका जलीय घोल ध्रुवीकृत प्रकाशके ध्रुवीयन-तलको दाहिनी ओर घुमाता है।

1. **ऊष्माका प्रभाव.** 200°C तक गर्म करनेसे सुक्रोज़ एक भूरे रंगके पदार्थमें परिणत हो जाता है। इसे कैरामेल (caramel) कहते हैं। अधिक गर्म करने पर यह विच्छेदित होकर कार्बन और पानी बनाता है।

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{ताप}>200°C} 12C + 11H_2O$$

इसे सुक्रोज़का 'झुलसना' (charring) कहते हैं।

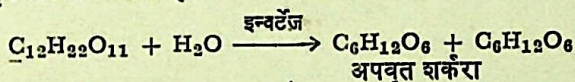
2. **सुक्रोज़ेटोंका बनना.** कैल्सियम, स्ट्रॉन्शियम आदिके हाइड्रॉक्साइडोंके साथ प्रतिक्रिया करके, ग्लूकोज़ और फ़्रूक्टोज़की तरह सुक्रोज़ भी पानीमें बहुत कम घुलनशील 'सुक्रोज़ेट' बनाता है।

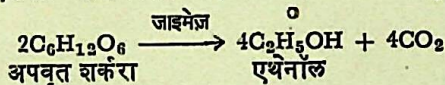
$$C_{12}H_{22}O_{11} + 3Sr(OH)_2 \rightarrow \underset{\text{स्ट्रॉन्शियम सुक्रोज़ेट}}{C_{12}H_{22}O_{11}.3SrO} + 3H_2O$$

3. **जल-विच्छेदन.** तनु हाइड्रोक्लोरिक या सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करने से सुक्रोज़, ग्लूकोज़ तथा फ़्रूक्टोज़के समाण्विक (equimolecular) मिश्रणमें जल विच्छेदित हो जाता है।

$$\underset{\text{सुक्रोज़}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{HCl} \underset{\text{ग्लूकोज़}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ़्रूक्टोज़}}{C_6H_{12}O_6}$$

इस प्रतिक्रियाको 'सुक्रोज़' का 'अपवर्तन' (inversion) तथा क्रियाफल (ग्लूकोज़ तथा फ़्रूक्टोज़के समाण्विक मिश्रण) को 'अपवृत शर्करा' (invert sugar)

कहते हैं। कारण यह है कि ...ज़का जलीय घोल दक्ष-भ्रामक* होता है किन्तु ग्लूकोज़ और फ़्रूक्टोज़का ...आण्विक मिश्रण वाम-भ्रामक† है। अतः इस प्रतिक्रिया में प्रकाश भ्रामकता (optical rotation) का अपवर्तन (inversion) होता है अर्थात् भ्रा... ...शा उलट जाती है। सुक्रोज़का घोल दक्ष-भ्रामक है। ग्लूकोज़ भी दक्ष... ...फ़्रूक्टोज़ वामभ्रामक है। फ़्रूक्टोज़की वामभ्रामकता ग्लूकोज़की दक्ष-भ्राम... ...अधिक है। इसलिए प्रतिक्रियाके बाद क्रियाफलोंका मिश्रण वाम-भ्रामक घो... ...मान व्यवहार करता है।

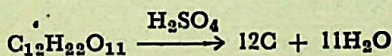
4. **किण्वन.** सुक्रोज़का जल-विच्छेदन कुछ विकरों (enzymes) द्वारा भी किया जा सकता है। विकरों द्वारा जल-विच्छेदनको ही 'किण्वन' कहते हैं। ईस्ट कोशाओं (yeast cells) में पाया जानेवाला विकर 'इन्वर्टेज़' सुक्रोज़को किण्वित करके 'अपवृत शर्करा' बनाता है।

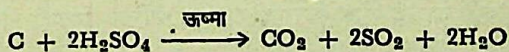
$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{इन्वर्टेज़}} \underbrace{C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6}_{\text{अपवृत शर्करा}}$$

ईस्टकी कोशाओंमें ही एक और विकर (ज़ाइमेज़) होता है जो अपवृत शर्करा को किण्वित करके एथेनॉल और कार्बन डाइ-ऑक्साइड बना देता है।

$$\underset{\text{अपवृत शर्करा}}{2C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{ज़ाइमेज़}} \underset{\text{एथेनॉल}}{4C_2H_5OH} + 4CO_2$$

शरीरमें उपस्थित 'सुक्रेज़' नामक विकर भी सुक्रोज़का अपवर्तन करता है। सुक्रेज़ छोटी आँते (small intestine) में होता है।

5. **सान्द्र अम्लोंकी क्रिया.**

(क) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रियासे सुक्रोज़ ठण्डेमें ही झुलस जाता है। सल्फ़्यूरिक अम्ल तीव्र निर्जलीकारक (dehydrating agent) के समान व्यवहार करता है।

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{H_2SO_4} 12C + 11H_2O$$

गर्म करनेसे कार्बन डाइ ऑक्साइड और सल्फ़र डाइ ऑक्साइड निकलती है जो कार्बनके ऑक्सीकरण और सल्फ़्यूरिक अम्लके अवकरणसे बनती है।

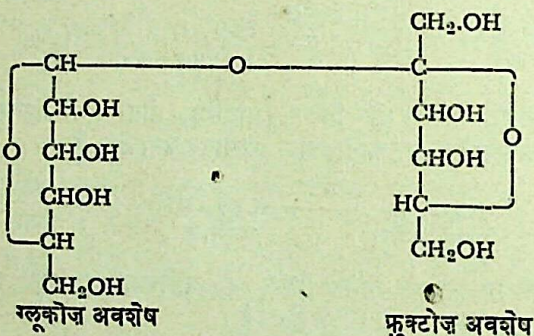
$$C + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$$

(ख) सान्द्र नाइट्रिक अम्ल की क्रियासे सुक्रोज़ ऑक्सीकृत होकर ऑक्ज़ेलिक अम्ल बनाता है।

---

* ध्रुवीकृत प्रकाशके ध्रुवीयन तलको दाहिनी ओर घुमानेवाला।
† " " " बायीं " "

$$2HNO_3 \longrightarrow 2N\ldots + [O]$$
$$C_{12}H_{22}O_{11} + 18[O] \longrightarrow 6(CO\ldots)\ldots O$$

फ़ेहलिंगके घोल और सिल्वर नाइट्रेटके अमोनियामय [illegible] अवकृत नहीं करता। यह हाइड्रॉक्सिलेमीन (NH_2OH) के साथ [illegible] हाइड्रोजन सायनाइड (HCN) के साथ सायनोहाइड्रिन और फ़ेनिल [illegible] ($C_6H_5NH NH_2$) के साथ फ़ेनिल हाइड्रेज़ोन और ओसाज़ोन भी नहीं बनाती [illegible] सुक्रोज़के अणुमें स्वतंत्र 'अल्डिहाइड' और 'कार्बोनिल' मूलक नहीं हो सकते। सुक्रोज़के जल-विच्छेदनसे मालूम होता है कि सुक्रोज़का अणु ग्लूकोज़ और फ़्रक्टोज़के इस प्रकार मिलनेसे बनता है कि एक अणु पानी निकल जाय। इन बातोंके आधार पर सन् 1927 ई० में हैवर्थ (Haworth) नामक रसायनज्ञने सुक्रोज़के अणुके लिए निम्नलिखित रचना-सूत्र बताया :

ग्लूकोज़ अवशेष फ़्रक्टोज़ अवशेष

परीक्षण.

1. थोड़ी चीनीको गर्म करो। वह झुलस कर काली पड़ जायगी और एक विशेष प्रकारकी गन्ध निकलेगी।

2. एक परखनलीमें एक ग्राम सुक्रोज़ लेकर उसमें दो बूंद पानी और एक घ० से० सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल मिलाओ और थोड़ी देर तक हिलाओ। शुद्ध कार्बनके बहुत सूक्ष्म कण अवक्षेपित हो जाते हैं। गर्म करने पर कार्बन डाइ ऑक्साइड और सल्फ़र डाइ ऑक्साइड गैसें निकलती हैं। (ग्लूकोज़ सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ केवल गर्म करने पर ही झुलसता है—ग्लूकोज़से अन्तर।)

3. सुक्रोज़के जलीय घोलमें सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी कुछ बूंदें डालो और थोड़ी देर तक जल-ऊष्मकमें रखकर गर्म करो। उसमें सोडियम हाइड्रॉक्साइडका घोल बूंद-बूंद करके इतना डालो कि परखनलीका घोल 'उदासीन' (neutral) हो जाय (लिटमस काग़ज़ द्वारा परीक्षा करके देखो)। उदासीन घोलको फ़ेहलिंग का घोल या सिल्वर नाइट्रेटका अमोनियामय घोल डालकर गर्म करो। पहली दशामें क्यूप्रस ऑक्साइड (Cu_2O) का भूरा अवक्षेप और दूसरी दशामें सिल्वरका सफ़ेद चमकदार अवक्षेप प्राप्त होता है।

इस परीक्षणमें ... हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा पहले ग्लूकोज़ और फ्रक्टोज़ में जलविच्छेदित ... अम्लको सोडियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा उदासीन करते हैं और ... ग्लूकोज़ और फ्रक्टोज़ ऊपर लिखित प्रतिकारकोंके साथ विशिष्ट अवक्षेप ...

4. ... हाइड्रेज़ीनके साथ 'ओसाज़ोन' नहीं बनाता। (ग्लूकोज़से अन्तर)

5. सुक्रोज़की सोडियम हाइड्रॉक्साइडके घोलके साथ गर्म करनेसे कोई प्रतिक्रिया नहीं होती। (ग्लूकोज़से अन्तर)

उपयोग.

1. सुक्रोज़ बहुत बड़ी मात्रामें खानेके काम आता है।
2. प्रयोगशालामें ऑक्ज़ेलिक अम्ल बनानेके लिए इसे इस्तेमाल करते हैं।
3. सुक्रोज़को गर्म करनेसे बने हुए भूरे रंगके पदार्थ 'कैरामेल' (caramel) को अनेक पेयों (drinks), दवाइयों और मिठाइयोंमें भूरा रंग देनेके लिए इस्तेमाल करते हैं।

स्टार्च (Starch)

आनुषांगिक सूत्र : $(C_6H_{10}O_5)n$

यह सभी हरे पौधोंमें होता है। बीजों और जड़ोंमें संचित भोजन (reserve food material) के रूपमें यह इकट्ठा रहता है। पौधेकी कोशाओंमें यह छोटे-छोटे दानों (granules) के रूपमें भरा होता है।

औद्योगिक निर्माण.

औद्योगिक पैमाने पर स्टार्च प्राप्त करनेके लिए कच्चे पदार्थ चावल, मक्का और आलू हैं। चावलमें लगभग 70–80%, मक्कामें 65% और आलूमें 20% स्टार्च होता है। किसी भी स्टार्च-युक्त पदार्थसे स्टार्च प्राप्त करनेके लिए उन कोशाओं को तोड़ना होता है जिनके अन्दर स्टार्च भरा होता है। फिर बहुत महीन चलनियों से छानकर स्टार्चके दानोंको टूटी हुई कोशा दीवारों (cell walls) से अलग कर दिया जाता है। चावल और मक्कासे स्टार्च प्राप्त करनेके लिए इन्हें पहले पानीमें भिगोया जाता है जिससे ये नरम हो जाते हैं। फिर इन्हें पीस लिया जाता है जिससे महीन लुग्दी (pulp) बन जाती है। इसे महीन चलनियोंमेंसे (जो केवल स्टार्चके दानोंको ही निकलने देती हैं) छानकर तन्तुवीय पदार्थों (fibrous matter) को अलग करके स्टार्चका पानीमें दूधिया रंगका आलम्बन (suspension) प्राप्त करते हैं। इसमें कुछ प्रोटीन मिले होते हैं जो सोडियम हाइड्रॉक्साइडके घोलमें घोल लिये जाते हैं। इसके बाद स्टार्चके जलीय आलम्बनको पड़ा रहने देते हैं जिससे स्टार्चके कण तली में बैठ जाते हैं। इन्हें अलग करके सुखा लेते हैं।

आलुओंसे स्टार्च पानेके लिए उनकी पानीमें महीन लुग्दी बना लेते हैं। इसे

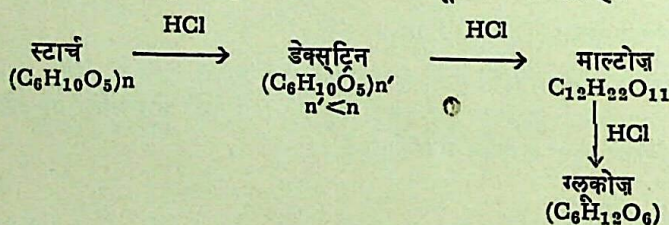
चॅलनियोंमें से छानकर दूधिया आलम्बन प्राप्त कर [illegible] थोड़ी देर रखने पर स्टार्चके कण बैठ जाते हैं। ऊपरका पानी फेंक दिय[illegible] पर बहुत महीन तन्तुओं (fibres) की पतली तह जम जाती है जिसे [illegible] देते हैं। प्राप्त स्टार्चको कन्दुओं (ovens) में रखकर सुखा लेते हैं [illegible]

गुण.

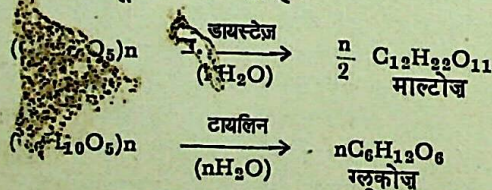
यह सफ़ेद अकेलासीय और कुछ जलग्राही (hygroscopic) प[illegible]र्थ है। इसमें कोई स्वाद और गन्ध नहीं होते। यह पानीमें अघुलनशील है। स्टार्चका गाढ़ा पेस्ट बनाकर उसे उबलते हुए पानीमें डालनेसे स्टार्चका कलिलीय घोल (colloidal solution) प्राप्त होता है। यह घोल प्रकाश-प्रति सक्रिय (दक्ष-भ्रामक) होता है। इसे ठण्डा करनेसे स्टार्चकी 'लेई' बनती है जो गोंदका काम देती है।

1. **ऊष्माका प्रभाव.** लगभग 200°C तक गर्म करनेसे स्टार्च एक अन्य कार्बोहाइड्रेट 'डेक्स्ट्रिन' में (जिसका अणु-भार स्टार्चसे कम होता है) बदल जाता है। अधिक गर्म करनेसे यह झुलस जाता है।

2. **जल-विच्छेदन.** तनु हाइड्रोक्लोरिक या सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करने से स्टार्च जल-विच्छेदित होकर माल्टोज़ और अन्तमें ग्लूकोज़ बना देता है।

$$\underset{(C_6H_{10}O_5)n}{\text{स्टार्च}} \xrightarrow{HCl} \underset{\substack{(C_6H_{10}O_5)n' \\ n'<n}}{\text{डेक्स्ट्रिन}} \xrightarrow{HCl} \underset{C_{12}H_{22}O_{11}}{\text{माल्टोज़}} \xrightarrow{HCl} \underset{(C_6H_{12}O_6)}{\text{ग्लूकोज़}}$$

3. **किण्वन.** स्टार्चका जल-विच्छेदन कुछ विकरों जैसे 'डायस्टेज़' और टायलिन (ptyalin) द्वारा भी होता है। डायस्टेज़ नवांकुरित जौके बीजोंमें और टायलिन लार (saliva) में पाया जाता है। 'डायस्टेज़' स्टार्चको माल्टोज़में बदल देता है और 'टायलिन' उसे ग्लूकोज़में बदलता है।

$$([illegible]O_5)n \xrightarrow[([illegible]H_2O)]{\text{डायस्टेज़}} \frac{n}{2}\ \underset{\text{माल्टोज़}}{C_{12}H_{22}O_{11}}$$

$$([illegible]_{10}O_5)n \xrightarrow[(nH_2O)]{\text{टायलिन}} \underset{\text{ग्लूकोज़}}{nC_6H_{12}O_6}$$

4. (क) सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें सान्द्र नाइट्रिक अम्लकी क्रियासे नाइट्रोस्टार्च बनता है (नाइट्रोकरण), जो विस्फोटकके रूपमें इस्तेमाल किया जाता है।

(ख) एसिटिक अनहाइड्राइड के साथ गर्म करनेसे स्टार्च एसिटेट बनता है।

(ग) मेथिल सल्फ़ेट के साथ गर्म करनेसे मेथिल व्युत्पन्न प्राप्त होता है।

ये प्रतिक्रियाएं ... त्र हाइड्रॉक्सिल मूलकोंकी उपस्थितिका संकेत करती हैं।

5. ... या. स्टार्च आयोडीनके साथ एक गहरा नीला रंग देता है। यह ... आयोडीनके एक शिथिल युक्त-यौगिक (loose addition compou... होता है। गर्म करने पर यह रंग लुप्त हो जाता है क्योंकि युक्त यौगिक ...डीन और स्टार्चमें विच्छेदित हो जाता है। ठण्डा करने पर रंग फिर लौट आता है (यदि गर्म बहुत देर तक न किया गया हो)।

साधारण स्टार्च असलमें दो पदार्थोंका मिश्रण है। एक पदार्थ 'एमाइलोज़' है जो 10-20% तक होता है और दूसरा 'एमाइलोपेक्टिन' है जो 80-90% तक रहता है। 'एमाइलोज़' पानीमें घुलनशील है और आयोडीनके साथ विशिष्ट नीला रंग देता है। 'एमाइलोपेक्टिन' स्टार्चका पानीमें अघुलनशील भाग है। यह आयोडीनके साथ बैंजनी-लाल रंग देता है। अनुमान है कि एमाइलोज़ सरल शृंखला यौगिक है और एमाइलो पेक्टिनकी शृंखला बहुत शाखायुक्त होती है।

उपयोग.

1. यह प्रमुख खाद्य पदार्थ है—जैसे चावल, रोटी, आलू आदिके रूपमें।
2. यह ग्लूकोज़ और अल्कोहलके निर्माणमें इस्तेमाल किया जाता है।
3. इससे प्राप्त डेक्स्ट्रिन और स्टार्च पेस्ट गोंदके स्थान पर इस्तेमाल किये जाते हैं।
4. आयोडीनमिति (iodometry) में सूचक (indicator) के रूपमें इसका घोल काम आता है।
5. काग़ज उद्योगमें यह काग़जको चिकना करनेके लिए इस्तेमाल किया जाता है।
6. कपड़ा उद्योगमें कपड़ोंको चिकना करने और धुलाईके कामों (laundry works) में कपड़ों को कड़ा करनेके लिए इसे इस्तेमाल करते हैं।
7. कैलिको प्रिंटिंग (calico printing) में इसे रंगोंको गाढ़ा करनेवाले पदार्थ (thickening agent) के रूपमें इस्तेमाल करते हैं।
8. नाइट्रो स्टार्चके रूपमें यह विस्फोटक बनानेके काम आता है।
9. स्टार्च एसिटेट, जो एक पारदर्शक जिलेटिन जैसा पदार्थ है, मिठाइयां बनाने के काम आता है।

सेलुलोज़ (Cellulose)

आनुषांगिक सूत्र : $(C_6H_{10}O)_n$

सेलुलोज़ संसारमें सबसे अधिक पाया जानेवाला कार्बनिक यौगिक है। पेड़-पौधोंकी कोशा भित्तियां मुख्य रूपसे सेलुलोज़की ही बनी होती हैं। लकड़ी, रुई, काग़ज आदिका यह सर्वप्रमुख घटक (constituent) है। रुईमें लगभग 99% सेलुलोज़ होता है और शेष 1% एक मोम जैसा पदार्थ होता है जिसकी बहुत पतली परत (coating) रुईके तन्तुओं (fibres) पर चढ़ी होती है। इसीके कारण रुई

चिकनी और जलाभेद्य (water proof) होती है [illegible] लगभग शुद्ध सेलु-लोज़ है। लकड़ीमें सेलुलोज़ हमेशा लिग्निन नाम[illegible] (non-carbohydrate) पदार्थके साथ मिला रहता है। लकड़ी[illegible] करनेके लिए लिग्निनको अलग करना पड़ता है।

गुण.

यह सफ़ेद अकेलासीय पदार्थ है। यह शुद्ध अवस्थामें पारदर्[illegible] 'खोखले रेशों' (hollow fibres) के रूपमें रहता है। इन रेशोंकी लम्बाई और बनावट विभिन्न स्रोतोंसे प्राप्त किये सेलुलोज़में भिन्न-भिन्न होती है। यह पानीमें नहीं घुलता। क्यूप्रिक हाइड्रॉक्साइडके अमोनियामय घोल (अर्थात् क्यूप्रामोनियम हाइड्रॉक्साइड) में यह घुलनशील है।

मरसरण (Mercerisation). कास्टिक क्षारोंके 15-20% सान्द्रताके घोलमें सेलुलोज़को रखनेसे उसके रेशे फूलकर वेलनाकार और रेशम जैसे चमकीले हो जाते हैं। इस प्रभावको सन् 1884 ई० में जॉन मरसर ने मालूम किया था। इसीलिए यह क्रिया मरसरण (mercerisation) कहलाती है। सूती कपड़ों पर यही क्रिया की जाती है तो वे चिकने और चमकीले हो जाते हैं। इन्हें 'मरसरित' या मरसराइज्ड कपड़े कहते हैं।

उपयोग.

1. इससे काग़ज, पार्चमेण्ट पेपर और कृत्रिम रेशम (रेयॉन, rayon) वनाया जाता है।

2. सेलुलोज मोनो और डाइ नाइट्रेटोंको 'ईथर-अल्कोहल मिश्रण' में घोलकर 'कलोडियन' बनाया जाता है जिसका फ़ोटोग्राफ़ीमें, दवाओंमें और रेयॉन वनानेमें उपयोग किया जाता है।

3. सेलुलोज़ नाइट्रेटों (मोनो और डाइ) को कपूर (camphor) के साथ, कम किये हु[illegible] पर 75°C तक गर्म करनेसे पारदर्शक प्लास्टिक जैसा पदार्थ 'सेलुलॉयड' [illegible]प्त होता है। यह गर्म अवस्थामें किसी भी आकारमें ढाला जा सकता है। इससे [illegible], चूड़ियां, [illegible] आदि बनाये जाते हैं। इसमें खराबी यह है कि यह बहुत ज्वलनशी[illegible]

4. [illegible] ऐसिटेट' से विद्युतावरोधक (electric insulators), सिनेमाकी फ़िल्में [illegible] बनाये जाते हैं। यह ज्वलनशील नहीं है, इसलिए आजकल सेलुलॉएड [illegible] पर अधिक इस्तेमाल होता है।

कृत्रिम रेशम या रेयॉन. कृत्रिम रेशम या रेयॉन बनानेकी सबसे अधिक प्रयुक्त आधुनिक विधि 'विस्कोज़' विधि है। इस विधिमें सेलुलोज़को कास्टिक सोडाके 18% घोलमें 20°C पर मिलाकर उसमें कार्बन डाइ सल्फ़ाइड मिलाते हैं जिससे 'सेलुलोज़ सोडियम जैन्थेट' नामक पदार्थ बनता है। यह क्षारीय माध्यममें घुलकर पीला घोल बनाता है। इसे 'विस्कोज़' कहते हैं। इस घोलको बहुत महीन

प्रधारों (jets) में ... ऐसे वर्तनमें निकालते हैं जिसमें सोडियम सल्फ़ेट मिला ... होता है। अम्ल द्वारा ज़ैन्थेट पुनः सेलुलोज़में परिण... गोंके रूपमें प्राप्त होता है। इन्हें धोकर, सुखाकर और गन्धक द्व... नसे कपड़ा बुना जाता है।

काग़ज ... ड़ी या फटे पुराने कपड़ोंसे प्राप्त सेलुलोज़से काग़ज़ बनाया जाता है। ... युक्त पदार्थको पहले छः वा० म० दाब पर कई घण्टों तक कास्टिक सोडेके साथ गर्म करते हैं जिससे लिग्निन आदि पदार्थ कास्टिक सोडामें घुल जाते हैं और सेलुलोज अलग प्राप्त हो जाता है। इसे अच्छी तरहसे धोकर विरंजक चूर्ण द्वारा विरंजित करके फिर एक बार धोनेके वाद कूटनेवाली मशीन (beater) द्वारा कूटकर महीन लुग्दी बनाया जाता है। लुग्दीको तारोंकी एक महीन जाली पर लाया जाता है जिस पर सेलुलोज़के रेशे एक पतली तहके रूपमें जम जाते हैं क्योंकि पानी जालीसे छनकर निकल जाता है। सेलुलोज़की यह तह भाप द्वारा गर्म किये हुए, फ़ेल्टसे ढके वेलनोंके बीचसे गुजारी जाती है। यहां इसका शेष जल भी सूख जाता है और 'सोख्ता' जैसा काग़ज बन जाता है। इस पर लिखनेसे स्याही फैलती है। इसको चिकना करने (sizing) के लिए इसे पालिश किये हुए सिलिण्डरोंमें लाया जाता है जहां इस पर एलम, रोज़िन और जिलेटिन आदिकी बढ़िया 'कोटिंग' (coating) हो जाती है। इनसे काग़ज़में जो छिद्र होते हैं वे सब भर जाते हैं और काग़ज चिकना और लिखने योग्य बन जाता है। काग़जका भार बढ़ानेके लिए लुग्दीमें कुछ बेरियम सल्फ़ेट या कैल्सियम सल्फ़ेट भी मिलाया जाता है। चिकना करनेके समय थोड़ा नील मिला देनेसे काग़ज़ बिल्कुल सफ़ेद लगता है। 'वाटर मार्क' काग़ज गीली अवस्थामें इच्छित निशान लगाकर बनाया जाता है।

प्रश्न

1. ग्लूकोज़का रचना-सूत्र लिखो। इसके मुख्य गुण और उपयोग बताओ। (उ० प्र० 1958)
2. कैसे मालूम करोगे कि दिया हुआ चूर्ण ग्लूकोज़ है या नहीं? ... मधुमेहके रोगीके मूत्रमें ग्लूकोज़की परीक्षा कैसे करोगे? (उ० ... 1956)
3. ग्लूकोज़ और शक्करमें कैसे भेद करोगे? (... 1959)
4. स्टार्चके भौतिक गुण तथा रासायनिक प्रतिक्रियाएं लिखो। (उ० ... 1942)
5. स्टार्चके मुख्य गुण और उपयोग बताओ। (उ० प्र० 1958)
6. स्टार्चका परीक्षण कैसे करोगे?
7. सेलुलोज़के गुणों और उपयोगोंका वर्णन करो।
8. काग़ज और कृत्रिम रेशम बनानेकी विधियों पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखो।

19

प्रोटीन

(Proteins)

प्रोटीन, नाइट्रोजन प्रधान कार्बनिक यौगिक हैं जिनमें नाइट्रोजनके अलावा कार्बन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन और सल्फ़र मुख्य तत्व हैं। अधिकतर प्रोटीनोंमें फ़ॉस्फ़ोरस भी सूक्ष्म मात्रामें होता है।

प्रोटीनोंके अणु बहुत बड़े-बड़े होते हैं और इसीलिए इनके अणु-भार बहुत ऊंचे होते हैं; उदाहरणके लिए दूधका एक प्रोटीन लो जिसका नाम केसीन है। इसका अणु-भार 3,40,000 है। प्रोटीनोंकी संरचना बहुत जटिल होती है और आमतौरसे प्रोटीनोंके एक नमूनेमें बहुत-से प्रोटीन मिश्रित रहते हैं जो एक दूसरेसे बहुत मिलते-जुलते होते हैं। इसीलिए सिर्फ़ एक प्रोटीनको पृथक करना बहुत मुश्किल है।

प्रोटीन हमारे और अन्य सब जीव-जन्तुओंके शरीरका प्रमुख अंश हैं। पानीके अलावा जन्तुओंके शरीरका आधा भाग प्रोटीन ही हैं। पौधोंमें यद्यपि कार्बोहाइड्रेट की अपेक्षा प्रोटीन कम होते हैं लेकिन इनका महत्त्व पौधोंमें भी कार्बोहाइड्रेटसे कम नहीं है।

जन्तु या वनस्पति शरीरमें जो जीवन प्रक्रियाएं होती हैं उनमें शरीरके ऊतक (tissues) नष्ट होते रहते हैं। उनका प्रतिस्थापन होना आवश्यक है। दूसरे, शरीरकी वृद्धिके लिए नये ऊतकोंका निर्माण आवश्यक है और ऊतकोंका प्रधान अंश प्रोटीन ही है। जन्तु और वनस्पति सबका शरीर कोशाओंका बना होता है। प्ररस (protoplasm) नामक पदार्थ ही कोशाओंका मुख्य अंश है। प्ररस ही वह पदार्थ है जिसकी उपस्थितिसे शरीर जीवित रहता है। लेकिन प्ररस अधिकांशमें प्रोटीनोंका बना है। भोजनमें यदि काफ़ी अर्से तक कार्बोहाइड्रेट न हों या बहुत कम हों तो मनुष्य जीवित रह सकता है लेकिन भोजनमें प्रोटीनकी कमी मनुष्यको बहुत जल्दी ... और उनकी अनुपस्थिति मृत्युका कारण बन सकती है।

गुण.

अधिकांश प्रोटीन रंगहीन होते हैं। कुछ ही प्रोटीन पानीमें घुलते हैं और अणुओंके बहुत बड़े होनेके कारण इनका घोल भी वास्तविक न होकर कलिलीय (colloidal) ही होता है। बहुत-से प्रोटीन नमक घुले पानीमें और अम्ल या क्षार घुले पानीमें घुल जाते हैं। प्रोटीनोंके घोल प्रकाश-प्रति सक्रिय हैं और वामभ्रामक (leavo-rotatory) होते हैं।

गर्म करनेसे प्रोटीन जम जाते हैं। इस प्रक्रियाको हम स्कन्दन (coagulation, कोएगुलेशन) कहते हैं। अधिक गर्म करने पर ये जलकर पीला हो जाते हैं।

१. बाइयूरे... ...टीनके घोलको सोडियम हाइड्रॉक्साइडके घोल द्वारा ... ...सल्फ़ेटके तनु और ताजे घोलकी कुछ बूंदें मिलाकर ...में ... ...ा उत्पन्न होता है।

2. ... ...तिक्रिया. परखनलीमें प्रोटीनका घोल लो और उसकी ...ीवारके स... ...ट्रिक अम्ल डालो। प्रोटीनके घोलकी सतह पर स्कन्दित ...ोटीनकी ... सफ़ेद तह बन जायगी। गर्म करनेसे घोलका रंग पीला हो जायगा। इस... ...नियाका घोल मिलानेसे रंग नारंगी हो जायगा। यह प्रतिक्रिया उन प्रोटीनोंके पहचाननेमें काम आता है जिनमें बेंज़ीन चक्र (benzene ring) होता है।

इसीलिए जब सान्द्र नाइट्रिक अम्ल हाथमें लग जाता है तो पीला निशान पड़ जाता है।

3. **प्रोटीनोंका अवक्षेपण.** सब प्रोटीन भारी धातुओंके लवणों द्वारा अवक्षेपित हो जाते हैं। उदाहरणार्थ लेड एसिटेट, फ़ेरिक क्लोराइड, मरक्यूरिक क्लोराइड आदि के घोल प्रोटीनोंको उनके घोलसे अवक्षेपित कर देते हैं।

4. **प्रोटीनोंका जल-विच्छेदन.** सब प्रोटीन, अम्लों (HCl और H_2SO_4), क्षारों या विभिन्न विकरों (enzymes) द्वारा जल-विच्छेदित होकर एमीनो-अम्लों (amino-acids) का मिश्रण बनाते हैं। बहुत-से प्रोटीनोंका जल-विच्छेदन करने पर अब तक 25 एमीनो-अम्ल मिले हैं जिसमें से 10 एमीनो अम्ल जन्तु-शरीर के लिए नितान्त आवश्यक हैं। शरीरमें इनके न पहुँचनेसे मृत्यु हो जाती है। इस विषयमें जर्मन रसायनज्ञ एमिल फ़िशर (Emil Fischer) का काम बहुत सराहनीय है। इन्होंने सरल एमीनो-अम्लोंके संयोग से प्रोटीनोंके निर्माणका प्रयत्न किया और एक यौगिक, जो दो सरल एमीनों अम्लोंके 18 अणुओंसे मिलकर बना था, प्रयोगशाला में बनाया। इस यौगिकका अणु-भार 1213 है और यह प्रोटीनोंके जल-विच्छेदनमें प्राप्त होनेवाले मध्यवर्ती क्रियाफलों (intermediate products) से बहुत मिलता जुलता है। इससे यह संकेत मिलता है कि सम्भवतः प्रोटीनोंके अणु विभिन्न एमीनो-अम्लोंके परस्पर संयोग या संघननसे बनते हैं।

25 विभिन्न एमीनो-अम्लोंके अणुओंकी भिन्न-भिन्न संख्याएं संयुक्त ... प्रोटीन बनाती हैं। इस बातसे प्रोटीनोंकी रचनात्मक जटिलताका ... । प्रत्येक प्रोटीनमें पच्चीसों एमीनो-अम्ल नहीं होते लेकिन किसी ... कितने ही एमीनो-अम्लोंके अणु किसी भी संख्यामें हो सकते हैं। इस... ...की संख्या करोड़ों हो सकती है और है।

यद्यपि सभी प्रोटीनोंकी सामान्य रचना एक ही प्रकारकी ... फिर भी व्यक्तिगत प्रोटीनोंमें थोड़े बहुत रचनात्मक अन्तर होते हैं। इसीसे ... अलग-अलग गुण हैं। दूधमें पाया जानेवाला प्रोटीन-केसीन एक खाद्य पदार्थ है। 'पेप्सिन' और 'ट्रिप्सिन' नामक प्रोटीन पेटमें पाये जानेवाले विकर (enzymes) हैं जो भोजन के कुछ अंगोंको पचानेमें सहायता करते हैं। और भी बहुत-से विकर वास्तवमें प्रोटीन हैं। इंसुलिन और अन्य अनेक 'हारमोन' (hormones) भी जटिल प्रोटीन हैं। किस भेदके कारण ... प्रोटीन साधारण खाद्य-पदार्थ, दूसरा एक विकर और

तीसरा एक हारमोन है? यह प्रश्न आज भी रस... इतना ही कह सकते हैं कि यह शायद प्रोटीनोंके अणु... के कारण है।

उपयोग.

1. ये भोजनके आवश्यक अंग हैं।

2. कुछ प्रोटीनोंसे प्लास्टिकें बनायी जाती हैं। उदाहर... केसीन औ... फ़ॉर्मल्डिहाइडकी प्रतिक्रियासे 'केरोलिथ' नामक प्लास्टिक बनायी जाती है। इ... गर्म अवस्थामें इच्छित आकार दिया जा सकता है और रंगा भी जा सकता है। इससे आजकल बटन, पेन, पेंसिलें, सिग्रेट होल्डर आदि बनाये जाते हैं।

प्रश्न

1. प्रोटीनोंके भौतिक तथा रासायनिक गुण लिखो? (उ० प्र० 1945)

2. प्रोटीनोंका हमारे दैनिक जीवनमें क्या महत्त्व है ?

3. कैसे मालूम करोगे कि दिया हुआ चूर्ण प्रोटीन है ? इसके परीक्षणमें प्रयुक्त प्रतिक्रियाओंको समझाकर लिखो।

खण्ड 3

बन्द श्रृंखला यौगिक

(Closed Chain Compounds)

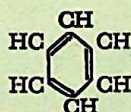
20

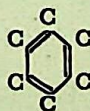
बन्द शृंखला यौगिक

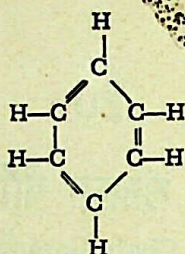
(Closed Chain Compounds)

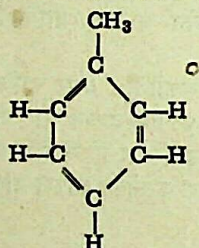
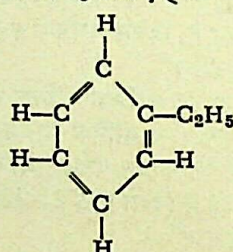
हम पढ़ आये हैं कि कार्बनिक यौगिक दो प्रकारके होते हैं: खुली शृंखलावाले और बन्द शृंखलावाले (देखो पृष्ठ 17)। खुली शृंखलावाले यौगिकोंका ब्योरा पिछले अध्यायोंमें दिया गया है। अब हम बन्द शृंखलावाले यौगिकों पर ध्यान देंगे। बन्द शृंखलावाले यौगिक भी दो प्रकारके होते हैं: कार्बन चाक्रिक और विषम चाक्रिक। जिन यौगिकोंकी बन्द शृंखलाओंमें सिर्फ़ कार्बन परमाणु होते हैं वे कार्बन चाक्रिक होते हैं। वे बन्द शृंखला यौगिक जिनकी शृंखलामें कार्बनके साथ अन्य तत्व भी होते हैं, विषम चाक्रिक कहलाते हैं। हम सिर्फ़ कार्बन चाक्रिक यौगिकों पर ही ध्यान देंगे।

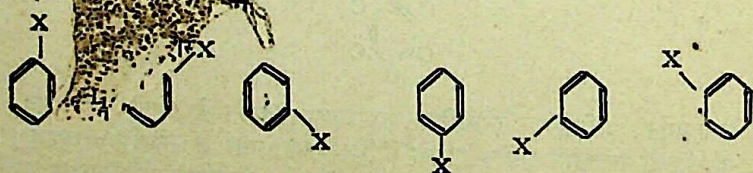
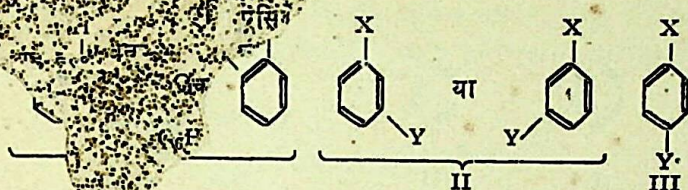
कार्बन चाक्रिक यौगिक भी दो भागोंमें बांटे जा सकते हैं: वसा चाक्रिक और बेंज़ीनिक। वे यौगिक जिनमें एकान्तरसे (alternately) एक बन्धन और दो बन्धनों से जुड़े छः कार्बन परमाणुओंका कमसे कम एक चक्र उपस्थित हो बेंज़ीनिक यौगिक कहलाते हैं (देखो पृष्ठ 21-22)। इन्हें बेंज़ीनिक यौगिक कहनेका कारण यह है कि ये सब बेंज़ीन

```
        CH
  HC  /    \  CH
     |      ||
  HC  \\   /  CH
        CH
```

के व्युत्पन्न माने जा सकते हैं। नीचे दिये चक्रको बेंज़ीन चक्र (ben[illegible]) कहते हैं।

```
       C
   C  /  \\  C
     ||    |
   C  \   //  C
       C
```

इस वर्गको अंग्रेज़ीमें 'ऐरोमैटिक' कम्पाउण्ड्स् कहते हैं (ऐरो[illegible]शबू)। बहुत-सी हिन्दी पुस्तकोंमें इन्हें सौरभिक यौगिक लिखा गया है (सुरभि = खुशबू)। लेकिन हम इन्हें बेंज़ीनिक यौगिक ही कहेंगे क्योंकि सब बेंज़ीनिक यौगिक खुशबूवाले नहीं होते। कुछ गन्धरहित होते हैं और कुछमें तो निश्चयसे बदबू होती है। इसके अलावा यह भी है कि सब खुशबूदार कार्बनिक यौगिक इसी रचनाके नहीं होते।

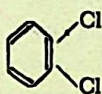
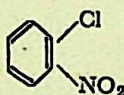
बेंज़ीनका रचना-सूत्र अगले पृष्ठ पर उल्लिखित जैसा माना जाता है:

सुविधाके लिए इसे सिर्फ़ एक षट्भुजसे व्यक्त किया जाता है।

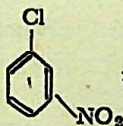
बेंज़ीनके किसी हाइड्रोजन परमाणुको अगर किसी अन्य हाइड्रोकार्बन मूलक द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाय तो इस मूलकको **पार्श्व-शृंखला (side chain)** कहते हैं जैसे निम्नलिखितमें मेथिल और एथिल मूलक पार्श्व-शृंखलाएं हैं :

मेथिल बेंज़ीन और एथिल बेंज़ीन

यदि हाइड्रोजन परमाणु [illegible] अन्य मूलक (जैसे Cl, Br, NO_2, NH_2, CN आदि) द्वारा प्रतिस्थापित हो तो बने हुए यौगिकोंको क्रमशः क्लोरो, ब्रोमो, नाइट्रो, [illegible] सायनो बेंज़ीन कहेंगे। यह पाया गया है कि बेंज़ीनके सब हाइड्रोजन परमाणु [illegible] कारसे समान होते हैं। इसलिए किसी भी हाइड्रोजनको प्रतिस्थापित क्यों न [illegible] या जा[illegible] दशामें एक ही यौगिक बनता है। अर्थात् निम्नलिखितमें कोई अ[illegible]

ये सब सूत्र एक ही यौगिकको व्यक्त करते हैं। लेकिन यदि दो हाइड्रोजन परमाणुओंको किन्हीं दो समान या भिन्न मूलकों द्वारा प्रतिस्थापित किया जाय तो कुल तीन यौगिक (जो एक दूसरेके 'स्थिति समावयवी' होंगें) बन सकते हैं, जिनके सूत्र अगले पृष्ठ पर उल्लिखित हैं :

I में दोनों मूलक संलग्न (adjacent) कार्बन परमाणुओंसे संयुक्त हैं। ऐसे द्विप्रतिस्थापन (di-substitution) यौगिकको 'ऑर्थो' (ortho=संलग्न) व्युत्पन्न कहते हैं। इस प्रकार निम्नलिखित यौगिक

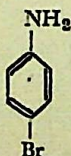
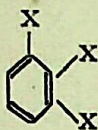
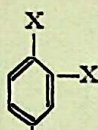
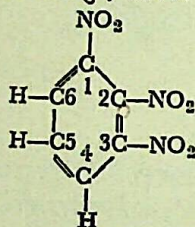
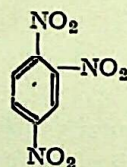
Cl Cl

को आर्थो-डाइ क्लोरो वेंज़ीन कहा जायगा और निम्नलिखित

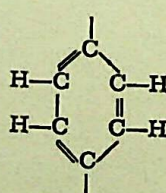
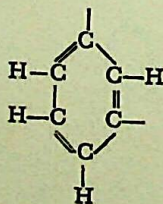
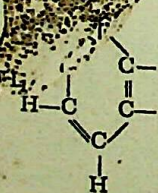
Cl NO_2

को आर्थो-नाइट्रोक्लोरो वेंज़ीन या ऑर्थो-क्लोरोनाइट्रो वेंज़ीन कहा जायगा।

II में दोनों प्रतिस्थापित मूलकों (X और Y) के बीच एक कार्बन परमाणु पड़ता है—ऐसे यौगिकोंको मेटा (meta) व्युत्पन्न कहते हैं, जैसे—

Cl NO_2 मे[illegible]ट्रो क्लोरो वेंज़ीन

III में दोनों मूलक दो कार्बन परमाणुओं द्वारा अलग हैं या एक दूस[illegible] अभिमुख (diagonally opposite) हैं। इस प्रकारके यौ[illegible]को [illegible] (para) व्युत्पन्न कहते हैं, जैसे—

NH_2 Br पैरा-एमीनो ब्रोमो वें[illegible]

यदि प्रतिस्थापित मूलकोंकी संख्या दो से अधिक (मान लो तीन) हो तो कुल समावयवियोंकी संख्या इस बात पर निर्भर होगी कि तीनों मूलक समान हैं या दो समान और एक भिन्न है या सब भिन्न हैं। यदि तीनों मूलक समान हों तो केवल तीन समावयवी (जिनके सूत्र [illegible] पृष्ठ पर उल्लिखित हैं) हो सकते हैं:

I II III

इनके नाम बेंज़ीनके कार्बन परमाणुओंको अंकित करके रखे जाते हैं। किसी भी कार्बन परमाणुको 'प्रथम' माना जा सकता है और किसी भी ओरसे (clockwise या anticlockwise) अंकन (numbering) किया जा सकता है किन्तु विभिन्न पुस्तकों में दिये गये नामोंमें एक-समानता (uniformity) लानेके लिए यह माना गया है कि षट्भुजके उच्चतम बिन्दु पर स्थित कार्बन परमाणुसे आरम्भ करके घड़ीकी दिशा (clockwise direction) में अंकन किया जायगा। यौगिकका सूत्र इस तरह लिखते हैं कि उसके नाममें आये हुए अंकोंका जोड़ कमसे कम हो, जैसे—

1: 2: 3 ट्राइ नाइट्रो बेंज़ीन 1: 2: 4 ट्राइ नाइट्रो बेंज़ीन

यदि दो प्रतिस्थापित मूलक समान हों और एक भिन्न हो तो कुल छः और यदि तीनों मूलक भिन्न हों तो दस ... अवयवी बनेंगे।

बेंज़ीनिक हाइड्रोकार्बनोंसे प्राप्त मूलकोंको सामान्य रूपसे 'एरिल' मूलक कहते हैं और Ar. द्वारा व्यक्त हैं। बेंज़ीनसे प्राप्त एक-संयोजक मूलक (C_6H_5—) को ... कहते हैं। इसलिए C_6H_5Cl (क्लोरो बेंज़ीन) को फ़ेनिल क्लोराइड भी कहा ... को ... मितसे प्राप्त द्विसंयोजक मूलक 'फ़ेनिलीन' ($C_6H_4<$) के तीन समावयवी जा... हैं

आॅर्थो-फ़ेनिलीन मूलक मेटा-फ़ेनिलीन मूलक पैरा-फ़ेनिलीन मूलक

आॅर्थो, मेटा और पैराको हम संक्षिप्त रूपसे क्रमशः आॅ०, मे० और पै० लिखेंगे।

... बेंज़ीनिक यौगिकोंका वर्णन भी विभिन्न सधर्म- ... हाइड्रॉक्सी व्युत्पन्न, नाइट्रो व्युत्पन्न, अल्डिहाइड आदि) ...

बेंज़ीनिक हाइड्रोकार्बन

बेंज़ीनिक हाइड्रोकार्बनोंकी सधर्ममालाका सूत्र C_nH_{2n-6} है जहां $n \geqslant 6$ यदि $n = 6$ तो सधर्ममालाके प्रथम और सबसे महत्त्वपूर्ण यौगिक बेंज़ीनका सूत्र (C_6H_6) मिलता है। दूसरा सदस्य टॉल्वीन है (C_7H_8 या $C_6H_5CH_3$)।

सन् 1845 ई० में हॉफ़मैन ने कोलतारमें बेंज़ीनकी उपस्थिति मालूम की। तबसे न सिर्फ़ बेंज़ीन बल्कि अन्य बहुत-से बेंज़ीनिक यौगिकोंका मुख्य उद्‌गम (source) कोलतार ही रहा है।

कोलतार और उसका प्रभाजक आसवन. कोल (पत्थरका कोयला) को हवा की अनुपस्थितिमें काफ़ी ऊंचे ताप (1000-1300°C) तक गर्म करने (भंजक-आसवन) से निम्नलिखित पदार्थ मुख्य रूपसे मिलते हैं:

1. **कोल गैस (coal gas)**
2. **अमोनियाकल द्रव (ammoniacal liquor)**
3. **कोलतार (coal tar)**
4. **कोक (coke)** [रिटॉर्टोंमें बच रहनेवाला पदार्थ]

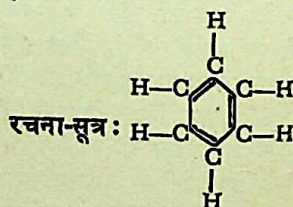
कोलतार एक गाढ़ा, काली और अरुचिकर गन्धवाला द्रव है। इसमें कार्बनके बहुत छोटे-छोटे कण आलम्बित (suspended) रहते हैं जिससे इसका रंग काला होता है। इसमें लगभग 200 कार्बनिक यौगिक विभिन्न अनुपातोंमें मौजूद रहते हैं। इसमें 25 से 50 प्रतिशत तक पानी होता है। प्रभाजक आसवनमें पहले इसे गर्म करके इसमें पानीको 5% कर लिया जाता है। बहुत पानी रहनेसे प्रभाजक आसवनमें कठिनाई होती है। अब इसे लोहेके बड़े-बड़े वाष्पित्रों (evaporators) में गर्म करते हैं। भिन्न तापों पर आसवित होनेवाले प्रभाजनोंको अलग-अलग एकत्र कर लि... आजकल यह प्रभाजक आसवन 'निरन्तर आसवन विधि' (co... ...illation process) द्वारा किया जाता है (देखो—पेट्रोलियमका आस... आसवन विधिकी तरह एक ही वाष्पित्रमें कोलतार लेकर उसको... ...ाने और विभिन्न प्रभाजनोंको अलग-अलग एकत्र करनेके बजाय, जित... ...त्र करने होते हैं उतने ही श्रेणीबद्ध वाष्पित्र उपयुक्त तापों पर काम कर... ...जाते हैं और कोलतारको कम तापसे ऊंचे तापवाले वाष्पित्रकी ओर प्रवाहि... ...जाता है। इस तरह कोलतारसे निम्नलिखित प्रभाजन प्राप्त होते हैं। विभिन्न प्रभाजनोंमें पाये जानेवाले महत्त्वपूर्ण यौगिक हरेकके सामने दिये हुए हैं:

	आसवित होने का ताप	प्रभाजनका नाम	पा[illegible]
1	110°C तक	अशुद्ध नैफ़्था (crude naphtha)	बेंज़ीन (C_6H_6) और [illegible] [illegible] ($C_6H_5.CH_3$)
2	110°C से 200°C तक	हल्का तेल (light oil)	टॉल्वीन और ऑ०, मे० तथा पै० ज़ाइलीन [$C_6H_4(CH_3)_2$]
3	200°C से 250°C तक	मध्य तेल (Middle oil)	फ़ेनॉल या कार्बोलिक अम्ल ($C_6H_5.OH$) और नैफ़्थेलीन ($C_{10}H_8$)
4	250°C से 275°C तक	भारी तेल (Heavy oil)	नैफ़्थेलीन और ऑ०, मे० तथा पै० क्रेसॉल ($CH_3.C_6H_4.OH$)
5	275°C से 350°C तक	ऐन्थ्रेसीन तेल या हरा तेल (Anthracene oil or green oil)	ऐन्थ्रेसीन ($C_{14}H_{10}$) और फ़ेनान्थ्रीन ($C_{14}H_{10}$) (थोड़ी मात्रामें)
6		पिच (Pitch)	यह सड़कें बनानेके काम आता है।

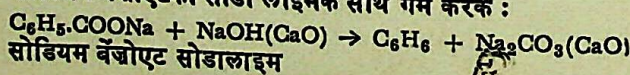
बेंज़ीन (Benzene)

[illegible]-सूत्र : [illegible]

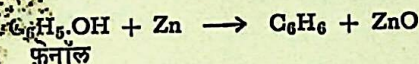
रचना-सूत्र : (H—C षट्कोणीय वलय: छः C परमाणु, प्रत्येक से एक H जुड़ा)

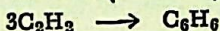
बनानेकी [illegible]

1. बेंज़ीन अशुद्ध नैफ़्थासे बड़ी मात्रामें प्राप्त की जाती है। प्रयोगशालामें बेंज़ीन निम्न प्रकार बनायी जा सकती है :

2. सोडियम बेंज़ोएटको सोडा लाइमके साथ गर्म करके :

$$C_6H_5.COONa + NaOH(CaO) \rightarrow C_6H_6 + Na_2CO_3(CaO)$$
सोडियम बेंज़ोएट सोडालाइम

... एसिटेटसे मेथेन बनानेकी क्रियाके समान है। इस विधि ... बनायी जा सकती है।

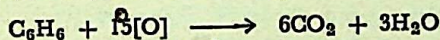
... ज़िंक-चूर्णके साथ उबाल कर :

$$C_6H_5.OH + Zn \longrightarrow C_6H_6 + ZnO$$
फ़ेनॉल

4. एसिटिलीनको लोहेकी लाल तप्त (**red hot**) नलीमें से प्रवाहित करके :

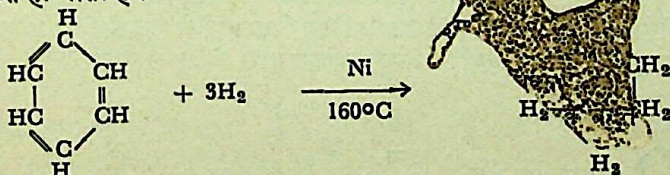
$$3C_2H_2 \longrightarrow C_6H_6$$

... गुण.

बेंज़ीन एक रंगहीन, वाष्पशील और अत्यन्त ज्वलनशील द्रव है। इसमें एक विशेष प्रकारकी गन्ध होती है। यह पानीमें अघुलनशील है किन्तु ईथर, अल्कोहल और पेट्रोलियममें सब अनुपातोंमें मिलनशील है। गन्धक, मोम, वसा और रेज़िन आदिके लिए यह बहुत बढ़िया घोलक है। इसका द्रवणांक 5·5°C और क्वथनांक 80·5°C है। इसका आपेक्षिक घनत्व 0·87 है। बेंज़ीनका स्वाद तेज़ (burning) होता है और यह नशीली (toxic) भी है।

1. ऑक्सीकरण. बेंज़ीन बहुत स्थायी यौगिक है (एलीफ़ैटिक असन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंसे भिन्नता)। इस पर क्रोमिक अम्ल और अम्लीय पोटैसियम परमैंगनेट जैसे तीव्र ऑक्सीकारकोंका भी बहुत धीरे-धीरे प्रभाव होता है जिससे यह ऑक्सीकृत होकर पानी और कार्बन डाइऑक्साइड बनाती है।

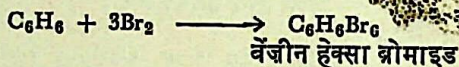
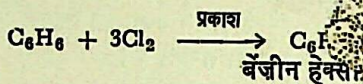
$$C_6H_6 + 15[O] \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

2. दहन. बेंज़ीन काजल भरी (sooty) और प्रकाशमान ज्वालाके साथ जलती है। लगभग सभी बेंज़ीनिक यौगिक काजल छोड़ते हैं क्योंकि इनमें कार्बनकी प्रतिशत मात्रा अधिक होती है।

3. योग प्रतिक्रियाएं.

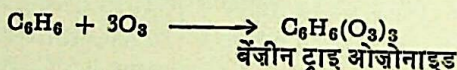
(क) हाइड्रोजनका योग. बेंज़ीन वाष्पको हाइड्रोजनके साथ मिल... तक गर्म किये सूक्ष्म वितरित निकिल पर प्रवाहित करनेसे यह बेंज़ीन ... हाइड्राइड में अवकृत हो जाती है।

बेंज़ीन हेक्साहाइड्राइड
या साइक्लोहेक्सेन

(ख) क्लोरीन और ब्रोमीनका योग. ये सूर्यके तेज़ प्रकाशमें क्लोरीन या ब्रोमीन के तीन अणुओंसे जुड़ कर युक्त यौगिक बनाती हैं।

$$C_6H_6 + 3Cl_2 \xrightarrow{\text{प्रकाश}} C_6[illegible]$$
बेंज़ीन हेक्सा[illegible]

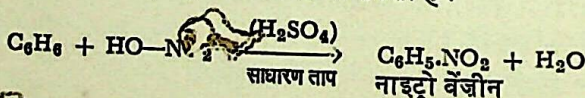
$$C_6H_6 + 3Br_2 \longrightarrow C_6H_6Br_6$$
बेंज़ीन हेक्सा ब्रोमाइड

आयोडीनके साथ यह प्रतिक्रिया नहीं होती [$C_6H_6Cl_6$ या $C_6H_6Br_6$ अस्थायी यौगिक हैं, जबकि एलीफ़ैटिक असन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंके हैलोजन युक्त यौगिक 'स्थायी' होते हैं]

(ग) **ओज़ोनका योग.** तीन अणु ओज़ोनके साथ क्रिया करके बेंज़ीन एक अस्थायी और विस्फोटक युक्त-यौगिक बनाती है।

$$C_6H_6 + 3O_3 \longrightarrow C_6H_6(O_3)_3$$
बेंज़ीन ट्राइ ओज़ोनाइड

(क), (ख) और (ग) प्रतिक्रियाओंसे बेंज़ीनके अणुमें तीन द्विबन्धनोंकी उपस्थिति प्रकट होती है।

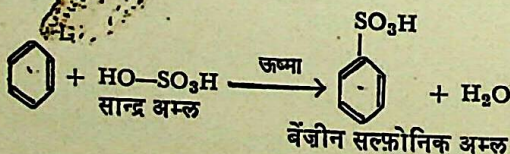
4. प्रतिस्थापन प्रतिक्रियाएं. निम्नलिखित प्रतिक्रियाओंमें बेंज़ीन सन्तृप्त हाइड्रोकार्बनोंके समान प्रतिस्थापन द्वारा क्रिया करती है।

(क) **नाइट्रोकरण (Nitration).** बेंज़ीनके हाइड्रोजन परमाणुको—NO_2 मूलक द्वारा प्रतिस्थापित करनेको 'नाइट्रोकरण' कहते हैं। यह सान्द्र नाइट्रिक अम्ल और सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके मिश्रणकी बेंज़ीन पर क्रियासे सम्पन्न होता है। साधारण ताप पर नाइट्रो बेंज़ीन बनता है। इसमें बादामकी सी गन्ध आती है। बेंज़ीनको पहचाननेके लिए यह प्रयोग किया जा सकता है।

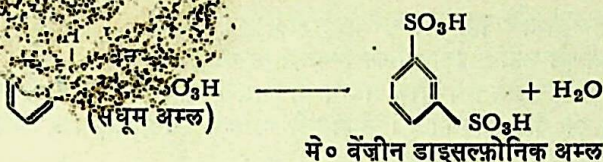
$$C_6H_6 + HO{-}NO_2 \xrightarrow[\text{साधारण ताप}]{(H_2SO_4)} C_6H_5.NO_2 + H_2O$$
नाइट्रो बेंज़ीन

[illegible]प (लगभग 180°C) पर बहुत देर तक गर्म करनेसे डाइनाइट्रो बेंज़ीन बनता है [illegible] बेंज़ीनका नाइट्रोकरण, पृष्ठ 299)

(ख[illegible]) [illegible] (**Sulphonation**). बेंज़ीनके हाइड्रोजन परमाणुको [illegible]ल्फ़ोनि[illegible] [illegible]$_3$[illegible]) द्वारा प्रतिस्थापित करनेको 'सल्फ़ोनीकरण' कहते हैं। यह सान्द्र [illegible] [illegible]ल्फ़्यूरिक अम्लकी क्रिया द्वारा किया जाता है।

$$C_6H_6 + HO{-}SO_3H \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} C_6H_5SO_3H + H_2O$$
(बेंज़ीन वलय) + $HO{-}SO_3H$ (सान्द्र अम्ल) → ऊष्मा → बेंज़ीन सल्फ़ोनिक अम्ल (SO_3H युक्त वलय) + H_2O

---

* सल्फ़्यूरिक अम्ल उत्प्रेरक और जल ग्राहकका काम[illegible]रता है।

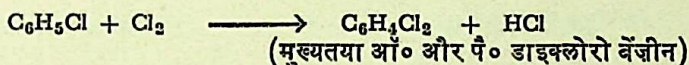
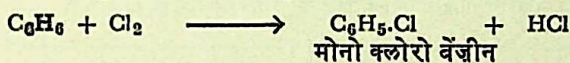
$$\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (सधूम अम्ल)} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_3\text{H})_2 + H_2O$$

मे० बेंज़ीन डाइसल्फ़ोनिक अम्ल

(ग) हैलोजनीकरण. सूर्यका प्रकाश न होने पर यह क्लोरीन या ब्रोमीनसे धीरे-धीरे क्रिया करके क्लोरो या ब्रोमो बेंज़ीन बनाती है। यह प्रतिक्रिया कुछ उत्प्रेरकों [जिन्हें हैलोजन वाहक (halogen carriers) कहते हैं] जैसे आयरन चूर्ण, आयोडीन, अल्युमीनियम और अल्युमीनियम-मरकरी युग्म आदिकी उपस्थितिमें तेज़ीसे होती है।

$$C_6H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_6H_5.Cl + HCl$$

मोनो क्लोरो बेंज़ीन

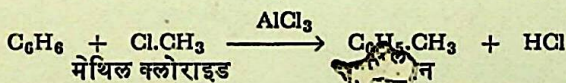
$$C_6H_5Cl + Cl_2 \longrightarrow C_6H_4Cl_2 + HCl$$

(मुख्यतया ऑ० और पै० डाइक्लोरो बेंज़ीन)

इसी प्रकार बेंज़ीनके सब हाइड्रोजन परमाणु प्रतिस्थापित हो जाते हैं और अन्तिम यौगिक हेक्सा-क्लोरो बेंज़ीन ,C_6Cl_6 बनता है।

आयोडीनके साथ यह प्रतिक्रिया लगभग नहीं होती है।

(घ) **फ़्रीडल-क्राफ़्ट्स प्रतिक्रिया (Friedel-Crafts reaction).** अनार्द्र अल्युमीनियम क्लोराइड (उत्प्रेरक) की उपस्थितिमें बेंज़ीन एल्किल हेलाइडोंसे क्रिया करके एल्किल बेंज़ीन बनाती है। इस प्रतिक्रियाको, फ़्रीडल और क्राफ़्ट्स नामक दो रसायनज्ञोंने मालूम किया था। यह बेंज़ीनिक यौगिकोंकी महत्त्वपूर्ण प्रतिक्रिया है।

$$C_6H_6 + Cl.CH_3 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5.CH_3 + HCl$$

मेथिल क्लोराइड ... [illegible]न

उपयोग.

बेंज़ीनका उपयोग निम्नलिखित कामोंमें किया जाता है :

(1) अनेक बेंज़ीनिक यौगिक बनानेमें, (2) अनेक [illegible] के रूपमें (3) वाष्पशील और अच्छा घोलक होनेके कारण क[illegible]ाई ([illegible] cleaning) में, और (4) पेट्रोलके साथ मिला कर मो[illegible]।

रचना.

बेंज़ीनका आनुषांगिक सूत्र (empirical formula) CH है [illegible] अणु-भार 78 है। अतः इसका अणु-सूत्र C_6H_6 हुआ।

यदि इसकी रचना खुली शृंखला यौगिकों जैसी होती तो इसे बहुत ही असन्तृप्त यौगिक होना चाहिए था जो तेज़ीसे युक्त यौगिक बना ले और तुरन्त ऑक्सीकृत हो सके। लेकिन बेंज़ीन एक अत्यन्त स्थायी यौगिक है। यह कठिनाईसे योग करता है।

जब इसका कोई एक हाइड्रोजन परमाणु किसी दूसरे मूलकसे प्रतिस्थापित

किया जाता है तो हर दिशामें वही यौगिक प्राप्त होता है। [illegible] करता है कि इसके अणुमें छहों हाइड्रोजनोंकी स्थिति एक-सी है [illegible]

जब बेंज़ीनके दो हाइड्रोजन परमाणु समान या भिन्न मूलकों द्वार[illegible]पित होते हैं तो तीन प्रकारके यौगिक बनते हैं। बेंज़ीनकी चाक्रिक रचना ही ऊपर लिखी कठिनाइयोंका सन्तोषजनक हल है।

बेंज़ीनिक और वसीय यौगिकोंकी तुलना

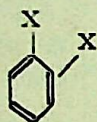
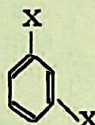
अब हम यह समझ सकते हैं कि खुली शृंखला या एलीफ़ैटिक यौगिकोंमें और बन्द शृंखलाके बेंज़ीनिक यौगिकोंमें क्या सामान्य अन्तर हैं।

बेंज़ीनिक यौगिक	ऐलीफ़ैटिक यौगिक
1. कार्बनका प्रतिशत अधिक होने के कारण ये जलने पर बहुत काजल छोड़ते हैं और प्रकाशमान ज्वाला देते हैं।	ये आमतौरसे प्रकाश रहित ज्वालासे जलते हैं।
2. फ़्रीडेल और क्राफ़्ट्स् की प्रतिक्रिया देते हैं।	फ़्रीडेल और क्राफ़्ट्स् प्रतिक्रिया नहीं देते।
3. सान्द्र नाइट्रिक अम्ल[illegible] नाइट्रो यौगिक बनाते हैं।	कोई क्रिया नहीं होती।
[illegible] सल्फ्यूरिक अम्लके साथ [illegible]फ़ोनिक जा[illegible]	सन्तृप्त यौगिकों पर कोई क्रिया नहीं होती। असन्तृप्त यौगिक, युक्त यौगिक बनाते हैं।
5. हा[illegible] यौगिक अर्थात् 'फ़ेनॉल' अ[illegible]	वसीय अल्कोहल उदासीन हैं।

[illegible] एथिलीन और बेंज़ीनके गुणोंकी तुलना

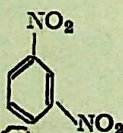
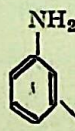
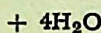
गुण	मेथेन	एथिलीन	बेंज़ीन
1. ज्वलन	ज्वलनशील, अप्रकाशमान ज्वाला	ज्वलनशील, प्रकाशमान ज्वाला	ज्वलनशील, प्रकाशमान और काजल युक्त (sooty) ज्वाला
2. गन्ध	गन्धहीन	हल्की मीठी गन्ध	विशिष्ट तीव्र गन्ध
3. पानीमें घुलनशीलता	अघुलनशील	अघुलनशील	अघुलनशील
4. रासायनिक क्रियाशीलता	बहुत कम क्रियाशील	बहुत क्रियाशील	साधारण क्रियाशील
5. ऑक्सीकरण	कठिनाईसे ऑक्सीकृत होती है।	आसानीसे ऑक्सीकृत हो जाती है।	कठिनाईसे ऑक्सीकृत होती है।
6. हाइड्रोजन से क्रिया (अवकरण)	कोई क्रिया नहीं	युक्त यौगिक (एथेन) बनता है।	उत्प्रेरकोंकी उपस्थितिमें भी कठिनाई से अवकरण होता है।
7. सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल की क्रिया	कोई क्रिया नहीं	युक्त यौगिक (एथिल [illegible]जन सल्फ़ेट) [illegible] है।	प्रतिस्थापित यौगिक बेंज़ीन सल्फ़ोनिक अम्ल बनता है।
8. सान्द्र नाइट्रिक अम्ल की क्रिया	कोई क्रिया नहीं	आक्सीकृत हो जाती है।	प्रतिस्थ[illegible]पित [illegible] (नाइट्रो [illegible]
9. हैलोजनोंकी क्रिया	प्रतिस्थापित यौगिक बनते हैं।	युक्त-यौगिक बनते हैं।	[illegible] दशाओं[illegible] और युक्त [illegible] प्रकारके यौगिक [illegible] हैं।
10. एल्किल हेलाइडोंकी क्रिया (फ़्रीडेल-क्राफ़्ट्स प्रतिक्रिया)	कोई क्रिया नहीं	कोई क्रिया नहीं	बेंज़ीनके सधर्मी बनते हैं।

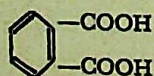
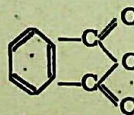
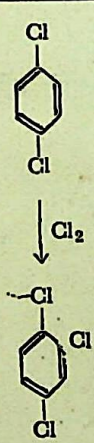
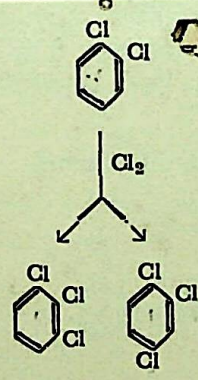
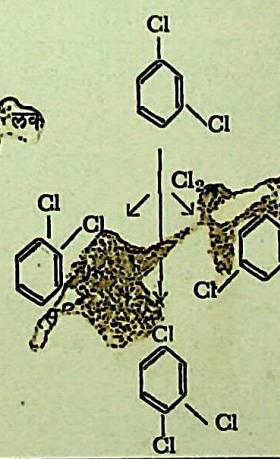
अनुस्थापन (Orientation)

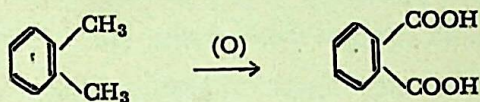
वेंज़ीनके किसी भी द्विप्रतिस्थापन यौगिकके तीन समावयवी होते हैं। इनके रचना-सूत्र निम्नलिखित हैं:

आँर्थो- मेटा- पैरा-

कोई दिया हुआ वेंज़ीनिक यौगिक आँर्थो, मेटा या पैरामें से कौन-सा समावयवी है, अर्थात् किसी वेंज़ीनिक यौगिकमें प्रतिस्थापित परमाणुओं या मूलकोंकी आपेक्षिक स्थितियां क्या हैं इसके लिए संक्षेपमें यह कहते हैं कि उस यौगिकमें अनुस्थापन क्या है। अनुस्थापन ज्ञात करनेकी दो विधियां हैं :

(*i*) सापेक्ष विधि (**Relative method**). इस विधिमें, जिस यौगिकका अनुस्थापन मालूम करना होता है उसको किसी ऐसे यौगिकसे वनाया जाता है या ऐसे यौगिकमें परिणत किया जाता है जिसका अनुस्थापन पहलेसे ज्ञात हो या अपेक्षाकृत आसानीसे ज्ञात किया जा सकता हो। उदाहरणार्थ यदि किसी दिये हुए डाइ नाइट्रो वेंज़ीनके अवकरणसे मेटा फ़ेनिलीन डाइ एमीन वनता है तो दिया हुआ डाइ नाइट्रो वेंज़ीन भी मेटा-समावयवी होगा।

$$C_6H_4(NO_2)_2 + 12(H) \longrightarrow C_6H_4(NH_2)_2 + 4H_2O$$

मेटा डाइ नाइट्रो वेंज़ीन मे॰ फ़ेनिलीन डाइ एमीन

कुछ यौगिकोंका अनुस्थापन मालूम करना वहुत सरल होता है, जैसे $C_6H_4(COOH)_2$ के तीन समावयवियोंमें से (जिन्हें सामूहिक रूपसे थैलिक अम्ल कहते हैं) केवल एक गर्म करने पर विच्छेदित होकर अम्ल अनहाइड्राइड बनाता है। यह समावयवी आँर्थो थैलिक अम्ल होना चाहिए क्योंकि दोनों कार्बाक्सिल मूलकोंके पास-पास होने पर ही अनहाइड्राइड आसानीसे बन सकता है।

$$C_6H_4(COOH)_2 \longrightarrow C_6H_4(CO)_2O + H_2O$$

आँ॰ थैलिक अम्ल थैलिक अनहाइड्राइड

...इ दिया हुआ ज़ाइलीन (डाइ मेथिल बेंज़ीन) ऑक्सीकरण पर ऑर्थो ... बन जाता हो, तो स्पष्टतः वह ज़ाइलीन भी ऑर्थो समावयवी होगा।

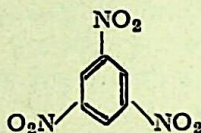
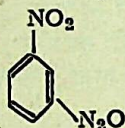
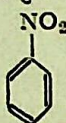
$$C_6H_4(CH_3)_2 \xrightarrow{(O)} C_6H_4(COOH)_2$$

(*ii*) कोरनर (**Korner**) की निरपेक्ष (**absolute**) विधि. यह बेंज़ीनिक यौगिकोंका अनुस्थापन ज्ञात करनेकी सामान्य विधि है और इस बात पर आधारित है कि जब बेंज़ीनका कोई द्विप्रतिस्थापन यौगिक त्रिप्रतिस्थापन यौगिकमें परिणत किया जाता है तो—

पैरा समावयवीसे केवल एक त्रिप्रतिस्थापन यौगिक बन सकता है। ऑर्थो समावयवीसे दो त्रिप्रतिस्थापन यौगिक बन सकते हैं और मेटा समावयवीसे तीन त्रिप्रतिस्थापन यौगिक बन सकते हैं। यह बात निम्नलिखित तालिकाकी सहायतासे आसानीके साथ समझी जा सकती है :

पैरा० समावयवी	ऑर्थो समावयवी	मेटा समावयवी
Cl, Cl ↓ Cl_2 Cl, Cl, Cl	Cl, Cl Cl_2 Cl, Cl, Cl Cl, Cl, Cl	Cl, Cl Cl_2 Cl, Cl, Cl Cl, Cl, Cl Cl, Cl, Cl

अतः प्रयोगों द्वारा, किसी दिये हुए द्विप्रतिस्थापित बेंज़ीनिक यौगिकसे बने हुए कुछ त्रिप्रतिस्थापित यौगिकोंकी संख्या ज्ञात करके दिये हुए यौगिकका अनुस्थापन जाना जा सकता है। यह विधि व्यवहारमें पहली विधिसे कठिन है।

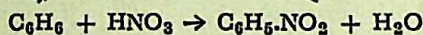
बेंज़ीनिक नाइट्रो-यौगिक
(Nitro-compounds of Benzene)

बेंज़ीनके एक या अधिक हाइड्रोजन परमाणुको नाइट्रो मूलक— N(O)(O) द्वारा प्रतिस्थापित करनेसे बेंज़ीनिक नाइट्रो यौगिक (aromatic nitro-compounds) बनते हैं। प्रमुख नाइट्रो-यौगिक निम्नलिखित हैं :

नाइट्रो बेंज़ीन (मोनो) मे० डाइ नाइट्रो बेंज़ीन 1 : 3 : 5 ट्राइ नाइट्रो बेंज़ीन

तीनसे अधिक नाइट्रो मूलक एक बेंज़ीन चक्रमें नहीं प्रविष्ट होते।

बनानेंकी विधि. बेंज़ीनका नाइट्रोकरण सान्द्र नाइट्रिक अम्ल और सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके मिश्रण द्वारा किया जाता है।

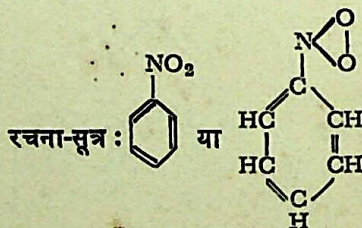
नाइट्रोकरणके लिए एक विशेष सान्द्रताका नाइट्रिक अम्ल (जिसका आ० घ० 1·5 हो) चाहिए। नाइट्रोकरण क्रियामें पानी बनता है :

$$C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5.NO_2 + H_2O$$

यदि यह पानी प्रतिक्रिया-क्षेत्रसे न हटाया जाय तो नाइट्रिक अम्लकी सान्द्रता घटती जायगी और नाइट्रोकरण रुक जायगा। सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्ल

(*i*) पानीको अवशोषित करके नाइट्रिक अम्लको तनु होनेसे रोकता है।

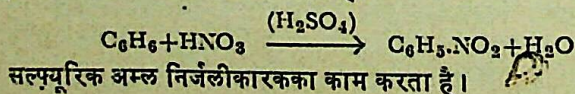
(*ii*) प्रतिक्रियाको उत्प्रेरित करता है। इसकी अनुपस्थितिमें क्रियाकी गति मन्द पड़ जाती है।

नाइट्रो-बेंज़ीन (Nitro-benzene)

यु[illegible]त-सूत्र : C_6H_5[illegible] रचना-सूत्र : (बेंज़ीन वलय पर NO_2) या (HC, HC, CH, CH, C–H युक्त वलय, C पर N(O)(O))

प्रयोगशालामें बनानेकी विधि.

प्रयोगशालामें नाइट्रो-बेंज़ीन सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लकी उपस्थितिमें सान्द्र नाइट्रिक अम्लकी क्रियासे बनाया जाता है।

$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{(H_2SO_4)} C_6H_5.NO_2 + H_2O$$

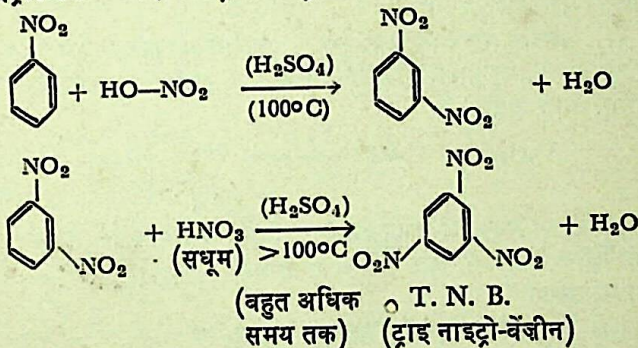
सल्फ़्यूरिक अम्ल निर्जलीकारकका काम करता है।

यह हल्के पीले रंगका द्रव है। इसका क्वथनांक 211°C और आ० घ० 1·2 है। यह पानीमें अघुलनशील किन्तु भापके साथ वाष्पशील है। ईथर और अल्कोहल में यह घुलनशील है। इसमें कड़वे बादामोंकी सी गन्ध आती है।

(क) बेंज़ीन-चक्रकी प्रतिक्रियाएं.

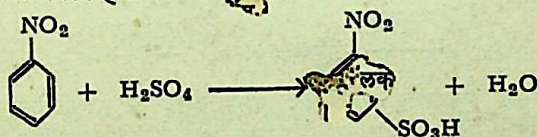
(*i*) नाइट्रोकरण. डाइ और ट्राइ नाइट्रो बेंज़ीन बनते हैं।

$$C_6H_5NO_2 + HO{-}NO_2 \xrightarrow[(100°C)]{(H_2SO_4)} C_6H_4(NO_2)_2 + H_2O$$

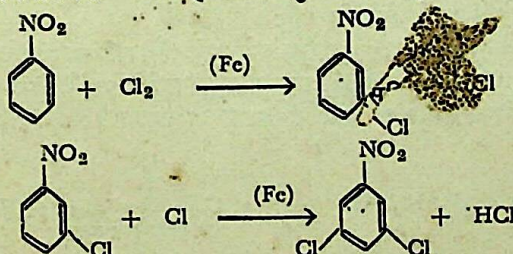
$$C_6H_4(NO_2)_2 + \underset{\text{(सधूम)}}{HNO_3} \xrightarrow[>100°C]{(H_2SO_4)} C_6H_3(NO_2)_3 + H_2O$$

(बहुत अधिक समय तक) T. N. B. (ट्राइ नाइट्रो-बेंज़ीन)

T.N.B. एक विस्फोटक पदार्थ है।

(*ii*) सल्फ़ोनीकरण. सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्लकी क्रियासे मेटा नाइट्रो-बेंज़ीन सल्फ़ोनिक अम्ल बनता है।

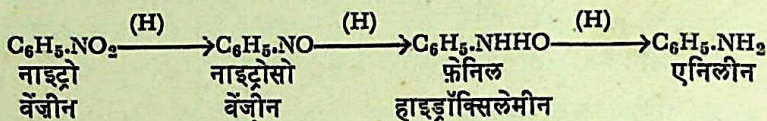
$$C_6H_5NO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow C_6H_4(NO_2)SO_3H + H_2O$$

(*iii*) हैलोजनीकरण. मेटा हैलोजनो व्युत्पन्न बनते हैं।

$$C_6H_5NO_2 + Cl_2 \xrightarrow{(Fe)} C_6H_4(NO_2)Cl$$

$$C_6H_4(NO_2)Cl + Cl \xrightarrow{(Fe)} C_6H_3(NO_2)Cl_2 + HCl$$

(ख) नाइट्रो मूलककी प्रतिक्रियाएं. बेंज़ीनिक नाइट्रो यौगिकोंमें उपस्थित नाइट्रो मूलककी प्रमुख प्रतिक्रिया उसका अवकरण है। यह अवकरण कई पदोंमें होता है और भिन्न माध्यमोंमें [illegible]करण करनेसे भिन्न यौगिक प्राप्त होते हैं।

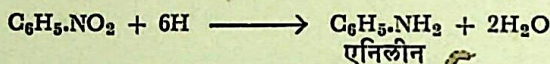
नाइट्रोबेंज़ीनका अवकरण. नाइट्रोबेंज़ीनका पूर्ण अवकरण ... में होता है :

$$C_6H_5.NO_2 \xrightarrow{(H)} C_6H_5.NO \xrightarrow{(H)} C_6H_5.NHHO \xrightarrow{(H)} C_6H_5.NH_2$$

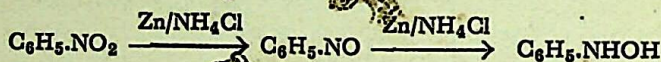
नाइट्रो वेंज़ीन — नाइट्रोसो वेंज़ीन — फ़ेनिल हाइड्रॉक्सिलेमीन — एनिलीन

इनमेंसे कौनसा यौगिक मुख्य क्रियाफल होगा यह वात अवकारक और माध्यम की प्रकृति पर निर्भर करती है।

(*i*) **अम्लीय माध्यममें अवकरण.** अम्लीय अवकारकों जैसे 'टिन और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल', या 'जिक और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल' द्वारा अवकृत करनेसे केवल एनिलीन प्राप्त होती है।

$$C_6H_5.NO_2 + 6H \longrightarrow C_6H_5.NH_2 + 2H_2O$$

एनिलीन

इस दशामें मध्यवर्ती क्रियाफल (नाइट्रोसोबेंज़ीन और फ़ेनिल हाइड्रॉक्सिलेमीन) नाइट्रोवेंज़ीनकी अपेक्षा बहुत तेज़ीसे अवकृत हो जाते हैं, इसलिए उन्हें नहीं प्राप्त किया जा सकता।

(*ii*) **उदासीन माध्यममें अवकरण.** उदासीन अवकारकों—जैसे अल्युमीनियम-मर्करी युग्म और पानी, जिंक चूर्ण और अमोनियम क्लोराइडका घोल—से अवकरण करने पर मुख्यतया फ़ेनिल हाइड्रॉक्सिलेमीन प्राप्त होता है और अवकरण नियंत्रित करके मध्यवर्ती यौगिक, नाइट्रोसोवेंज़ीन प्राप्त किया जा सकता है।

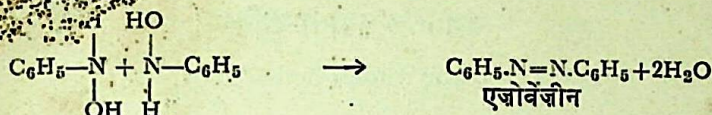
$$C_6H_5.NO_2 \xrightarrow{Zn/NH_4Cl} C_6H_5.NO \xrightarrow{Zn/NH_4Cl} C_6H_5.NHOH$$

(*iii*) **क्षारीय माध्यममें अवकरण.** इस दशामें प्राप्त यौगिक अवकारककी प्रकृति पर निर्भर करता है। क्षारीय माध्यममें, अवकरणके प्राथमिक क्रियाफल एक दूसरेसे क्रिया करके या स्वयं पुनर्गठित होकर नये यौगिक बनाते हैं। इस प्रकार प्राप्त होनेवाले यौगिक निम्नलिखित हैं:

(क) **एज़ॉक्सी बेंज़ीन.** क्षारीय माध्यममें मेथेनॉलिक सोडियम मेथॉक्साइड (अर्थात् $CH_3ONa+NaOH$) द्वारा अवकृत करनेसे यह यौगिक प्राप्त होता है। इसका बनना निम्न समीकरण द्वारा समझाया जा सकता है:

$$C_6H_5.NO + C_6H_5.NHOH \longrightarrow C_6H_5.\overset{\overset{O}{\uparrow}}{N}=N.C_6H_5 + H_2O$$

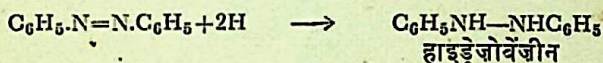
एज़ॉक्सी बेंज़ीन

(ख) **एज़ोबेंज़ीन.** नाइट्रो-वेंज़ीनको क्षारीय सोडियम स्टैनाइट ($SnCl_2$+$NaOH$) द्वारा अवकृत करनेसे यह यौगिक प्राप्त होता है। यह अवकरणके प्राथमिक क्रियाफल फ़ेनिल हाइड्रॉक्सिलेमीनके दो अणुओंसे बनता है:

$$C_6H_5-\underset{OH}{\overset{H}{N}} + \underset{H}{\overset{HO}{N}}-C_6H_5 \longrightarrow C_6H_5.N{=}N.C_6H_5 + 2H_2O$$

एज़ोबेंज़ीन

(ग) हाइड्रेज़ोबेंज़ीन. यह नाइट्रोबेंज़ीनको ज़िंक चूर्ण और कास्टिक पोटाश द्वारा अवकृत करनेसे प्राप्त होता है। यह एज़ोबेंज़ीन, जो इस दशामें मध्यवर्ती यौगिकके रूपमें बनता है, के अवकरणसे बनता है।

$$C_6H_5.N{=}N.C_6H_5 + 2H \longrightarrow C_6H_5NH{-}NHC_6H_5$$

हाइड्रेज़ोबेंज़ीन

उपयोग. यह निम्नलिखित कामोंमें इस्तेमाल किया जाता है:

(*i*) एनिलीन, बेंज़ीडीन और कुछ रंगोंके बनानेमें,
(*ii*) घोलकके रूपमें,
(*iii*) जूतोंकी पॉलिश तथा फ़र्शोंकी पॉलिश (floor polishes) बनानेमें, और
(*iv*) ऑक्सीकारकके रूपमें।

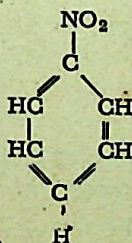
परीक्षण.

(*i*) नाइट्रोबेंज़ीन कड़वे बादामों जैसी गन्धके कारण सरलतासे पहचाना जा सकता है।

(*ii*) नाइट्रोबेंज़ीनको स्टैनस [illegible]राइड ($SnCl_2$) और हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी अधिकतामें गर्म करके मिश्रणमें सो[illegible]यम नाइट्राइटके सन्तृप्त घोलकी कुछ बूंदें डालो और बर्फ़में रख कर ठण्डा करनेके बाद उसमें [illegible]लका क्षारीय घोल मिलाओ। एक चटक लाल (bright red) रंग उत्पन्न हो[illegible]। यह परीक्षण नाइट्रोबेंज़ीनको किसी भी अन्य यौगिकसे पहचाननेके लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

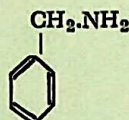
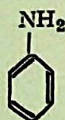
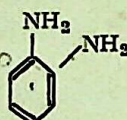
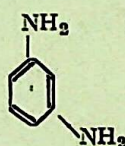
रचना.

यह बेंज़ीनका मॉनो नाइट्रो प्रतिस्थापन व्युत्पन्न है, इसलिए इसका रचना-सूत्र निम्नलिखित ही हो सकता है:

$$\begin{array}{ccc} & NO_2 & \\ & | & \\ & C & \\ HC & & CH \\ | & & \| \\ HC & & CH \\ & C & \\ & | & \\ & H & \end{array}$$

बेंज़ीनिक एमीनो यौगिक

(Aromatic Amino Compounds)

बेंज़ीनिक एमीनो यौगिक दो प्रकारके होते हैं :

1. **पार्श्व-शृंखला एमीनों यौगिक.** इनमें एमीनो मूलक ($—NH_2$) पार्श्व-शृंखलाके किसी कार्बन परमाणुसे जुड़ा रहता है, जैसे—

2. **नाभिकीय एमीनो यौगिक (Nuclear amino compounds).** इनमें एमीनो मूलक बेंज़ीन नाभिकके कार्बन परमाणुसे सीधे जुड़ा रहता है, जैसे—

ऑ०, मे० और पै० डाइ एमीनो बेंज़ीन, या
ऑ०, मे०, और पै० फ़ेनिलीन डाइ एमीन

एनिलीन या एमीनो बेंज़ीन

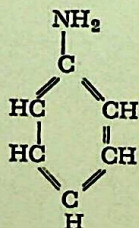
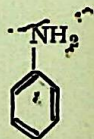
(Aniline or Amino-benzene)

युक्ति-सूत्र : $C_6H_5NH_2$

रचना-सूत्र :

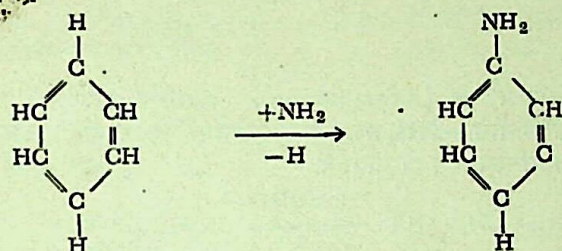
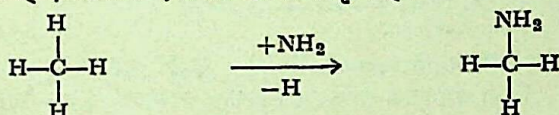
```
         NH2
          |
          C
        //  \
      HC     CH
       |     ||
      HC     CH
        \\  /
          C
          H
```

या

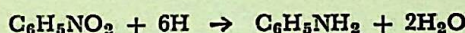
NH_2 (बेंज़ीन वलय से जुड़ा)

एनिलीन बेंज़ीनिक नाभिकीय एमीनोंका प्रतिनिधि सदस्य है।

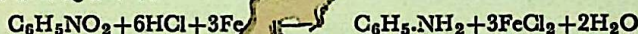
बेंज़ीनके एक हाइड्रोजन परमाणुको एक एमीनो मूलक (NH_2) से प्रतिस्थापित करनेसे एनिलीन अणु बनता है।

इस तरह एलीफ़ैटिक एमीनोंसे इसका सादृश्य है।

$$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H \xrightarrow[-H]{+NH_2} H-\underset{H}{\overset{NH_2}{C}}-H$$

बनानेकी विधि.

1. प्रयोगशालामें एनिलीन नाइट्रो-बेंज़ीनको टिन और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा अवकृत करके बनाया जाता है।

$$C_6H_5NO_2 + 6H \rightarrow C_6H_5NH_2 + 2H_2O$$

2. नाइट्रो-बेंजीनको लोहेकी खराद (iron filings), पानी और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा अवकृत करके

$$C_6H_5NO_2+6HCl+3Fe \longrightarrow C_6H_5.NH_2+3FeCl_2+2H_2O$$

गुण.

शुद्ध एनिलीन एक रंगहीन तेलिया द्रव है जिसमें एक विशिष्ट गन्ध होता है। यह एक विषैला पदार्थ है।

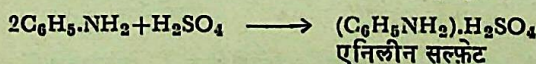
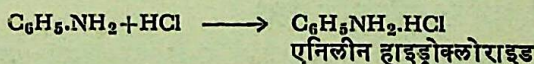
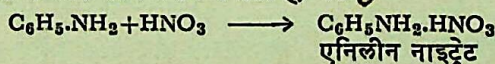
एनिलीनके रासायनिक गुणोंका अध्ययन दो भागोंमें कर सकते हैं। (1) **एमीनो मूलककी प्रतिक्रियाएं.** ये अधिकतर एलीफ़ैटिक एमीनोके ही समान हैं।

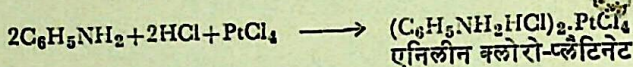
(क) समान प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं :

(*i*) **लवण बनाना.** (अ) एलीफ़ैटिक एमीनोंके समान यह एक क्षीण भस्म है और इसलिए तेज़ अम्लोंके साथ लवण बनाती है, जैसे—

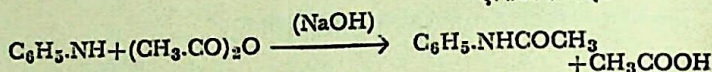
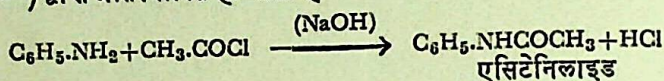
$$C_6H_5.NH_2+HNO_3 \longrightarrow C_6H_5NH_2.HNO_3$$
एनिलीन नाइट्रेट

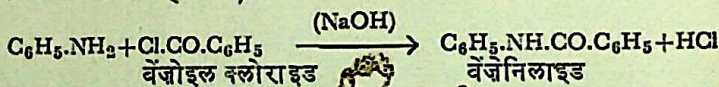
$$C_6H_5.NH_2+HCl \longrightarrow C_6H_5NH_2.HCl$$
एनिलीन हाइड्रोक्लोराइड

$$2C_6H_5.NH_2+H_2SO_4 \longrightarrow (C_6H_5NH_2).H_2SO_4$$
एनिलीन सल्फ़ेट

(ब) प्लैटिनिक क्लोराइड और ऑरिक क्लोराइड ($AuCl_3$) के साथ अम्लीय घोलमें यह युग्म लवण (double salts) भी बनाती है।

$$2C_6H_5NH_2+2HCl+PtCl_4 \longrightarrow (C_6H_5NH_2HCl)_2.PtCl_4$$
एनिलीन क्लोरो-प्लैटिनेट

(*ii*) **एसिटिलीकरण (Acetylation).** एसिटिल क्लोराइड या एसिटिक अनहाइड्राइडकी क्रियासे —NH_2 मूलकका हाइड्रोजन परमाणु एसिटिल मूलक (CH_3 CO—) द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।

$$C_6H_5.NH_2+CH_3.COCl \xrightarrow{(NaOH)} C_6H_5.NHCOCH_3+HCl$$
एसिटेनिलाइड

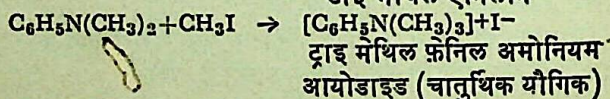
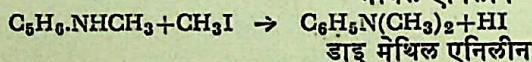
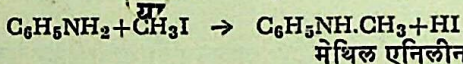
$$C_6H_5.NH+(CH_3.CO)_2O \xrightarrow{(NaOH)} C_6H_5.NHCOCH_3 +CH_3COOH$$

(*iii*) **बेंज़ोइलीकरण (Benzoylation).** $C_6H_5 \cdot CO$—मूलकको बेंज़ोइल मूलक कहते हैं, किसी यौगिकके सक्रिय हाइड्रोजन परमाणु (जैसे—NH_2 के हाइड्रोजन परमाणु) को C_6H_5CO—मूलक द्वारा प्रतिस्थापित करनेको बेंज़ोइलीकरण कहते हैं। यह बेंज़ोइल क्लोराइडकी क्रिया द्वारा किया जाता है। बेंज़ोइलीकरण, एसिटिलीकरण जैसी ही क्रिया है और क्षारोंकी उपस्थितिमें की जाती है (ताकि बना हुआ HCl उदासीन हो जाय)।

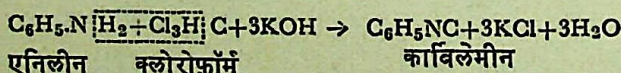
$$C_6H_5.NH_2+Cl.CO.C_6H_5 \xrightarrow{(NaOH)} C_6H_5.NH.CO.C_6H_5+HCl$$
बेंज़ोइल क्लोराइड   बेंज़ेनिलाइड

एनिलीनके बेंज़ोइलीकरणको 'शाट[illegible] प्रतिक्रिया' भी कहते हैं।

(*iv*) **एल्किलीकरण (Alkylation).** [illegible]ल्कल हेलाइडोंकी क्रियासे —NH_2 के हाइड्रोजन परमाणु एल्किल मूलक द्वारा [illegible]स्थापित हो जाते हैं और अन्तमें चातुर्थिक यौगिक (quarterna[illegible]mpound) बन जाता है।

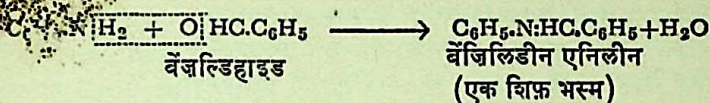
$$C_6H_5NH_2+CH_3I \rightarrow C_6H_5NH.CH_3+HI$$
मेथिल एनिलीन

$$C_5H_6.NHCH_3+CH_3I \rightarrow C_6H_5N(CH_3)_2+HI$$
डाइ मेथिल एनिलीन

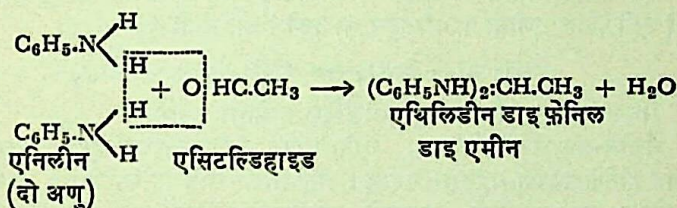
$$C_6H_5N(CH_3)_2+CH_3I \rightarrow [C_6H_5N(CH_3)_3]^+I^-$$
ट्राइ मेथिल फ़ेनिल अमोनियम आयोडाइड (चातुर्थिक यौगिक)

(*v*) **कार्बिलेमीन प्रतिक्रिया.** क्लोरोफ़ॉर्म और अल्कोहलीय कास्टिक पोटाशके साथ गर्म करने पर कार्बिलेमीन बनता है।

$$C_6H_5.N\boxed{H_2+Cl_3H}C+3KOH \rightarrow C_6H_5NC+3KCl+3H_2O$$
एनिलीन   क्लोरोफ़ॉर्म   कार्बिलेमीन

(*vi*) **अल्डिहाइडोंकी क्रिया.** बेंज़ीनिक अल्डिहाइडों (aromatic aldehydes) के साथ एनिलीन संघनित (condense) हो[illegible] 'शिफ़ के भस्म' (Schiff's bases) बनाता है।

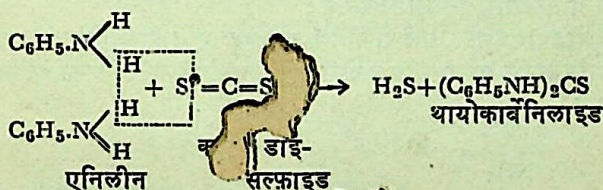
$$C_6H_5.NH_2 + OHC.C_6H_5 \longrightarrow C_6H_5.N{:}HC.C_6H_5 + H_2O$$

बेंज़ल्डिहाइड ... बेंज़िलिडीन एनिलीन (एक शिफ़ भस्म)

एलीफ़ैटिक अल्डिहाइडोंके साथ संघनन (condensation) निम्नलिखित समीकरणके अनुसार होता है :

$$2\,C_6H_5.NH_2 + OHC.CH_3 \longrightarrow (C_6H_5NH)_2{:}CH.CH_3 + H_2O$$

एनिलीन (दो अणु) ... एसिटल्डिहाइड ... एथिलिडीन डाइ फ़ेनिल डाइ एमीन

(*vii*) कार्बन डाइ सल्फ़ाइडसे क्रिया. अल्कोहलीय घोलमें एनिलीनको कार्बन डाइ सल्फ़ाइडके साथ गर्म करनेसे थायोकार्बेनिलाइड नामक यौगिक बनता है।

$$2\,C_6H_5.NH_2 + S{=}C{=}S \longrightarrow H_2S + (C_6H_5NH)_2CS$$

एनिलीन ... कार्बन डाइ-सल्फ़ाइड ... थायोकार्बेनिलाइड

(ख) निम्न क्रियाएं एलीफ़ैटिक एमीनोंसे भिन्न हैं :

नाइट्रस अम्लकी क्रिया. एनिलीन (या किसी नाभिकीय प्राथमिक एमीन) को हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी अधिकता (excess) में घोल कर ठण्डा किया जाय और उसमें सोडियम नाइट्राइटका सन्तृप्त घोल मिलायें तो $NaNO_2$ और HCl की प्रतिक्रियासे बने HNO_2 की क्रियासे, एनिलीन, बेंज़ीन डायेज़ोनियम क्लोराइडमें बदल जाता है। इस प्रतिक्रियामें—NH_2 मूलक डायेज़ो मूलक, $-N_2X$ (X=Cl, NO_3, SO_4) में परिणत हो जाता है। इसीलिए इस प्रतिक्रियाको 'डायेज़ोकरण' (diazotisation) कहते हैं।

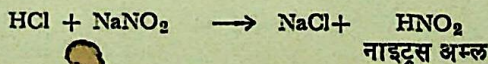
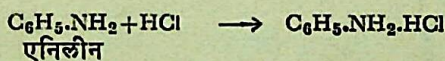
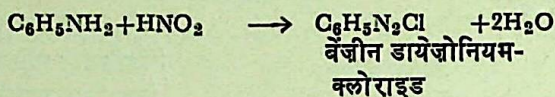
$$C_6H_5.NH_2 + HCl \longrightarrow C_6H_5.NH_2.HCl$$

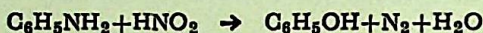
एनिलीन

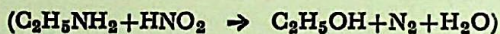
$$HCl + NaNO_2 \longrightarrow NaCl + HNO_2$$

नाइट्रस अम्ल

$$C_6H_5NH_2 + HNO_2 \longrightarrow C_6H_5N_2Cl + 2H_2O$$

बेंज़ीन डायेज़ोनियम-क्लोराइड

8°C से ऊपर एनिलीन पर नाइट्रस अम्लकी क्रियाका समीकरण निम्नलिखित है :

$$C_6H_5NH_2 + HNO_2 \rightarrow C_6H_5OH + N_2 + H_2O$$

इस समीकरणसे स्पष्ट है कि 8°C के ऊपर यह प्रतिक्रिया बिल्कुल वैसी ही है जैसी एलीफ़ैटिक एमीनों पर नाइट्रस अम्लकी क्रिया होती है।

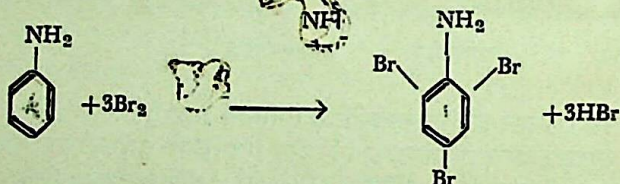
$$(C_2H_5NH_2 + HNO_2 \rightarrow C_2H_5OH + N_2 + H_2O)$$

(निम्नलिखित प्रतिक्रियाएं एलीफ़ैटिक एमीनोंसे भिन्न हैं)

बेंज़ीन-चक्रकी प्रतिक्रियाएं. एनिलीनका बेंज़ीन-नाभिक एमीनो मूलकसे सीधे संयुक्त होनेके कारण बहुत सक्रिय है। नाभिककी सक्रियताका अर्थ है कि नाभिकीय हाइड्रोजन परमाणुओंको सुगमतासे प्रतिस्थापित किया जा सकता है। अधिक सक्रिय होनेके कारण यह बेंज़ीन नाभिककी साधारण प्रतिक्रियाओं (जैसे नाइट्रोकरण, सल्फ़ोनीकरण, हैलोजनीकरण इत्यादि) के अलावा कुछ और प्रतिक्रियाओंमें भाग लेता है।

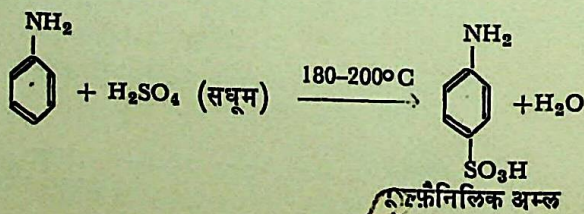
मुख्य प्रतिक्रियाएं निम्नलिखित हैं :

(*i*) **हैलोजनीकरण.** क्लोरोफ़ॉर्ममें घुले हुए एनिलीनके घोलमें क्लोरीन या ब्रोमीन जल मिलानेसे तुरन्त ट्राइ क्लोरो या ट्राइ ब्रोमो एनिलीनका सफ़ेद अवक्षेप प्राप्त होता है।

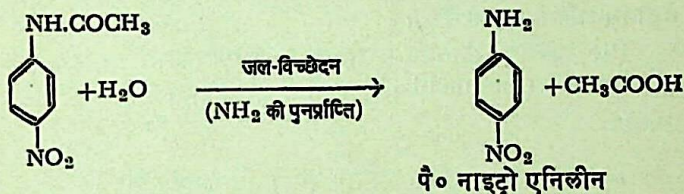
$$C_6H_5NH_2 + 3Br_2 \longrightarrow C_6H_2Br_3NH_2 + 3HBr$$

2 : 4 : 6 ट्राइ ब्रोमो एनिलीन

(*ii*) **सल्फ़ोनीकरण.** एनिलीनको सधूम सल्फ़्यूरिक अम्ल (ओलियम) के साथ 180—200°C तक गर्म करनेसे सल्फ़ैनिलिक अम्ल (पै० एमीनो बेंज़ीन सल्फ़ोनिक अम्ल) प्राप्त होता है।

$$C_6H_5NH_2 + H_2SO_4 \text{ (सधूम)} \xrightarrow{180-200^\circ C} NH_2C_6H_4SO_3H + H_2O$$

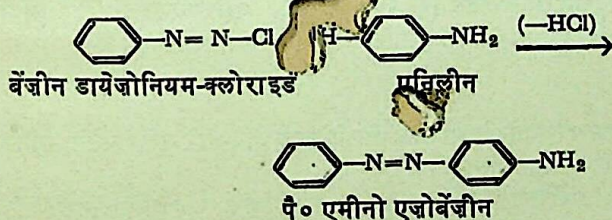
सल्फ़ैनिलिक अम्ल

(*iii*) नाइट्रोकरण. एमीनो मूलककी उपस्थितिके कारण एनिलीन बहुत सक्रिय पदार्थ है और सान्द्र नाइट्रिक अम्लकी क्रियासे ऑक्सीकृत हो जाती है। इसीलिए एनिलीनका सीधा नाइट्रोकरण सम्भव नहीं है। अत: नाइट्रोकरणसे पहले एमीनो मूलक (—NH_2) को एसिटिलीकृत करके सुरक्षित कर लेते हैं। अब नाइट्रोकृत करनेसे मुख्यतया पैरा नाइट्रो व्युत्पन्न बनता है, जिसको जल-विच्छेदित करनेसे एनिलीनका नाइट्रो व्युत्पन्न प्राप्त हो जाता है :

$$p\text{-}NO_2C_6H_4NH.COCH_3 + H_2O \xrightarrow[\text{(NH}_2\text{ की पुनर्प्राप्ति)}]{\text{जल-विच्छेदन}} p\text{-}NO_2C_6H_4NH_2 + CH_3COOH$$

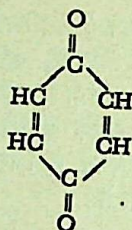
पै० नाइट्रो एनिलीन

(*iv*) युग्मन प्रतिक्रिया (**Coupling reaction**). बेंज़ीन डायेज़ोनियम क्लोराइडके साथ, क्षीण अम्लीय घोलमें, एनिलीनको 30-40°C तक गर्म किया जाय तो पैरा एमीनो एज़ोबेंज़ीनका नारंगी-लाल रंगका सुन्दर अवक्षेप प्राप्त होता है। इस प्रतिक्रियामें एनिलीन कुछ अधिक (excess) होनी चाहिए। इसे युग्मन प्रतिक्रिया कहते हैं।

$$C_6H_5\text{—N=N—Cl} + H\text{—}C_6H_4\text{—}NH_2 \xrightarrow{(-HCl)} C_6H_5\text{—N=N—}C_6H_4\text{—}NH_2$$

बेंज़ीन डायेज़ोनियम-क्लोराइड; एनिलीन

पै० एमीनो एज़ोबेंज़ीन

(*v*) एनिलीनका ऑक्सीकरण. एनिलीन बहुत आसानीसे ऑक्सीकृत हो जाती है। शुद्ध एनिलीन (जो रंगहीन होती है) हवामें खुली रहने पर ऑक्सीकृत हो कर, कई प्रकारके यौगिक बननेके कारण, पहले पीली फिर भूरी और अन्तमें काली पड़ जाती है। विभिन्न ऑक्सीकारक इसे भिन्न-भिन्न यौगिकोंमें ऑक्सीकृत करते हैं।

उदाहरण.

(क) अम्लीय पोटैसियम डाइक्रोमेट द्वारा ऑक्सीकृत होने पर यह पै० बेंज़ोक्विनोन नामक यौगिक बनाती है।

(ख) **क्षारीय और उदासीन पोटैसियम परमैंगनट** इसे एज़ोबेंज़ीन और नाइट्रो बेंज़ीनमें ऑक्सीकृत करते हैं।

(ग) **अम्लीय पोटैसियम परमैंगनेट** द्वारा एक काला रंग (black dye), जिसे एनिलीन ब्लैक (aniline black) कहते हैं, प्राप्त होता है।

उपयोग.

1. इसका सबसे अधिक उपयोग रंगोंके निर्माणमें होता है।

2. इससे अनेक उपयोगी यौगिक बनाये जाते हैं। कुछ प्रमुख यौगिक और उनके उपयोग निम्नलिखित हैं :

(क) **एसिटेनिलाइड.** यह ज्वरमें शरीरका ताप कम करने (antipyretic) और सिरदर्द तथा गठियामें इस्तेमाल किया जाता है। हृदय पर इसका बुरा प्रभाव पड़नेके कारण अब इसका इस्तेमाल कम हो गया है।

(ख) **थायोकार्बेनिलाइड** [$(C_6H_5NH)_2C:S$]. यह रबरके वल्कनीकरण (vulcanisation) में उत्प्रेरकके रूपमें उ[illegible] किया जाता है।

(ग) **फ़ेनिल आइसो-साइनेट** (C_6H_5[illegible]). यह अल्कोहलों और एमीनोंके पहचानने (identification) के लिए प्रतिकार[illegible]पमें प्रयुक्त होता है।

परीक्षण.

1. पोटैसियम परमैंगनेटके अ[illegible]य घोलके साथ धीरे-धीरे गर्म करनेसे 'एनिलीन ब्ल[illegible]' के [illegible]रण काला रंग बनता है।

2. **रूंश का परीक्षण (Runge's test).** एक बूंद एनिलीनको थोड़ेसे [illegible]नीके साथ एक परखनलीमें हिलाओ। उसमें थोड़ासा विरंजक चूर्ण (bleaching [illegible]wder) डालो। घोल बैंगूनी रंगका हो जायगा। यह रंग थोड़ी देरमें भूरा हो जायगा और फिर लुप्त हो जायगा। यह एनिलीनके लिए बहुत सुग्राही (sensitive) परीक्षण है।

3. एनिलीनको हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी अधिकता (excess) में घोलकर बर्फ़ में ठण्डा करो। उसमें सोडियम नाइट्राइटका सन्तृप्त घोल मिलाओ। मिश्रणमें β — नेफ़्थॉलका क्षारीय (अर्थात् कास्टिक सोडा या कास्टिक पोटाशके घोलमें बना हुआ) घोल मिलाओ। एक चटक लाल रंगका अवक्षेप प्राप्त होगा।

नोट : प्रत्येक ऐसा यौगिक जिसमें बेंज़ीन नाभिकसे $-NH_2$ मूलक जुड़ा होता है, यह परीक्षण देता है।

एनिलीन (बेंज़ीनिक एमीन) और एथिलेमीन (एलीफ़ैटिक एमीन) की तुलना

गुण	एनिलीन	एथिलेमीन
(क) समानता		
(*i*) अवस्था	रंगहीन द्रव	रंगहीन द्रव
(*ii*) भास्मिक प्रकृति	अमोनियासे कम भास्मिक है।	अमोनियासे अधिक भास्मिक है।
(*iii*) अम्लोंकी क्रिया	लवण बनते हैं।	लवण बनते हैं।
(*iv*) $PtCl_4$, $AuCl_3$ आदिकी क्रिया	युग्म लवण बनते हैं।	युग्म लवण बनते हैं।
(*v*) कार्बिलेमीन प्रतिक्रिया	होती है।	होती है।
(*vi*) एल्किलीकरण	$-NH_2$ के हाइड्रोजन परमाणु एल्किल मूलकों द्वारा प्रतिस्थापित होते हैं। अन्तमें चातुर्थिक यौगिक [illegible] है।	द्वैतीयिक तथा त्रैतीयिक एमीन और अन्तमें चातुर्थिक यौगिक बनते हैं।
(*vii*) एसिटिलीकरण	N-ए[illegible] व्युत्पन्न ब[illegible]	N-एसिटिल व्युत्पन्न बनता है।
(*viii*) नाइट्रस अम्ल की क्रिया (ऊंचे ताप पर)	—[illegible], —OH द्वारा विस्थापित हो[illegible]ता है। N_2 निकल[illegible]है।	$-NH_2$, $-OH$ द्वारा विस्थापित हो जाता है। N_2 निकलती है।
(ख) भिन्नता		
(*i*) क्वथनांक	184°C	19°C
(*ii*) गन्ध	क्षीण विशिष्ट गन्ध	तेज़ अमोनिया जैसी गन्ध
(*iii*) पानीमें घुलनशीलता	बहुत कम घुलनशील। घोल उदासीन होता है।	बहुत घुलनशील घोल तीव्र भास्मिक होता है।
(*iv*) नाइट्रस अम्लकी क्रिया (8°C से कम ताप पर)	बेंज़ीन डायेज़ोनियम यौगिक बनता है। N_2 नहीं निकलती।	एथेनॉल बनता है। N_2 निकलती है।
(*v*) हैलोजनोंकी क्रिया	बेंज़ीन नाभिकोंमें प्रतिस्थापन होता है। ट्राइ हैलोजनो-यौगिक बनता है।	$-NH_2$ के हाइड्रोजन परमाणु, हैलोजन द्वारा प्रतिस्थापित होते हैं।

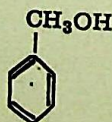
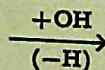
गुण	एनिलीन	एथिलेमीन
(*vi*) सल्फ़ोनीकरण	सल्फ़ैनिलिक अम्ल बनता है।	कोई क्रिया नहीं।
(*vii*) सीधा नाइट्रोकरण (या सान्द्र नाइट्रिक अम्ल की क्रिया।	ऑक्सीकृत हो जाता है या ट्राइ नाइट्रो यौगिक बनता है।	एथिल नाइट्रेमीन, ($C_2H_5NHNO_2$) बनता है।
(*viii*) अल्डिहाइडोंसे प्रतिक्रिया	होती है।	नहीं हाती।
(*ix*) युग्मन प्रतिक्रिया	होती है।	नहीं होती।
(*x*) ऑक्सीकरण	सुगमतासे ऑक्सीकृत हो जाती है।	आसानीसे ऑक्सीकृत नहीं होती।
(*xi*) किण्वन (fermentation)	नहीं होता।	होता है। एथेनॉल बनता है और अमोनिया निकलती है।

बेंज़ीनिक हा[illegible]क्सी यौगिक
(Aromatic hy[illegible] compounds)

बेंज़ीनिक हाइड्रॉक्सी यौगिकोंके दो वर्ग [illegible]

1. वे जिनमें हाइड्रॉक्सी मूल[illegible] सीधा बेंज़ीन-चक्रके किसी कार्बन परमाणुसे जुड़ा रहता है; ये फ़ेनॉल (**Phe[illegible]s**) कहलाते हैं।

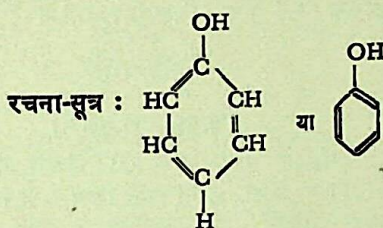
2. वे जिनमें हाइड्रॉक्[illegible] मूलक पार्श्व श्रृंखलाके किसी कार्बन परमाणुसे जुड़ा होता है। ये बेंज़ीनिक अल्कोहल (aromatic alcohols) कहलाते हैं। इस वर्गका सबसे महत्त्वपूर्ण यौगिक बेंज़िल अल्कोहल है।

बेंज़िल अल्को[illegible]

फ़ेनॉल या हाइड्रॉक्सी बेंज़ीन (Phenol)

युक्ति-सूत्र : C_6H_5OH

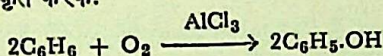
रचना-सूत्र :

```
        OH
        |
        C
      //  \
    HC     CH
    |      ||
    HC     CH
      \\  /
        C
        |
        H
```

या (OH वाला बेंज़ीन वलय)

इसे कार्बोलिक अम्ल भी कहते हैं। यह सबसे सरल मोनोहाइड्रिक फ़ेनॉल है और फ़ेनॉलोंका प्रतिनिधि माना जा सकता है।

बनानेकी विधि.

अल्युमीनियम क्लोराइड (उत्प्रेरक) की उपस्थितिमें बेंज़ीनको ऑक्सीजन या ओज़ोनसे ऑक्सीकृत करके.

$$2C_6H_6 + O_2 \xrightarrow{AlCl_3} 2C_6H_5.OH$$

यह विधि प्रयोगशालामें इस्तेमाल की जा सकती है।

गुण.

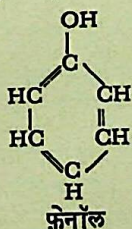
यह एक रंगहीन केलासीय पदार्थ [illegible]। इसका द्रवणांक 43°C और क्वथनांक 182°C है। यह पानीमें थोड़ा घुलनशील [illegible] यह बहुत जलग्राही (hygroscopic), संक्षारक (corrosive) और विषैला [illegible] भापके साथ वाष्पशील और ईथर आदिमें घुलनशील है। इसमें एक विशिष्ट [illegible] होती है जो थोड़ी बहुत लगभग सभी फ़ेनॉलों में पायी जाती है। इसीलिए इसे '[illegible]ॉलीय गन्ध' (phenolic odour) कहते हैं। 84°C से ऊपर फ़ेनॉल पानीके साथ प्रत्येक अनु[illegible]में मिलनशील है।

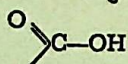
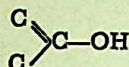
बेंज़ीनके अन्य व्युत्पन्नोंके समान, फ़ेनॉलके [illegible]सायनिक गुणोंका अध्ययन भी [illegible] भागोंमें किया जायगा।

(*i*) हाइड्रॉक्सिल मूलककी प्रतिक्रियाएं (*ii*) बेंज़ीन नाभिककी प्रतिक्रियाएं।

फ़ेनॉलीय और अल्कोहलीय—OH में अन्तर. फ़ेनॉलोंमें —OH मूलक सद[illegible] एक ऐसे कार्बन परमाणुसे जुड़ा रहता है जो एक द्विबन्धन और एक एक-बन्धन द्वारा अन्य कार्बन परमाणुओंसे जुड़ा होता है, जैसे—

```
        OH
        |
        C
      //  \
    HC     CH
    |      ||
    HC     CH
      \\  /
        C
        H
```

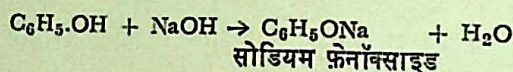
फ़ेनॉल

इस प्रकार फ़ेनॉलीय —OH मूलककी स्थिति रचनात्मक दृष्टिसे —COOH मूलकके OH से कुछ मिलती-जुलती है।

$$\begin{matrix} O \\ \rangle C-OH \end{matrix} \qquad \qquad \begin{matrix} C \\ \rangle C-OH \\ C \end{matrix}$$

(कार्बाक्सिल मूलक) (फ़ेनॉलीय —OH मूलक)

इसीलिए फ़ेनॉलीय —OH में भी क्षीण अम्लीय गुण होते हैं। अल्कोहलीय —OH मूलककी स्थिति इससे भिन्न होती है। इसलिए उसमें अम्लीय गुण नहीं होते।

(क) फ़ेनॉलके –OH मूलककी प्रतिक्रियाएं.

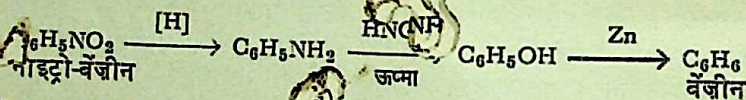
1. क्षारोंसे प्रतिक्रिया. क्षीण अम्लीय होनेके कारण फ़ेनॉल क्षारोंसे प्रतिक्रिया करके लवण बनाता है।

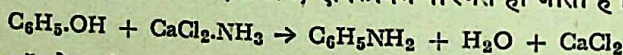
$$C_6H_5.OH + NaOH \rightarrow \underset{\text{सोडियम फ़ेनॉक्साइड}}{C_6H_5ONa} + H_2O$$

कार्बोनिक अम्लसे भी सौम्य (weak) अम्ल होनेके कारण यह कार्बोनेटों तथा बाइकार्बोनेटोंको विच्छेदित नहीं कर पाता।

2. जिंक द्वारा अवकरण. जिंक चूर्णके साथ गर्म करनेसे फ़ेनॉल, बेंज़ीनमें अवकृत हो जाता है।

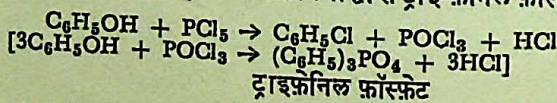
$$C_6H_5.OH + Zn \rightarrow C_6H_6 + ZnO$$

इस क्रियाकी सहायतासे नाइट्रो [illegible] से आरम्भ करके बेंज़ीन प्राप्त की जा सकती है।

$$\underset{\text{नाइट्रो-बेंज़ीन}}{C_6H_5NO_2} \xrightarrow{[H]} C_6H_5NH_2 \xrightarrow[\text{ऊष्मा}]{HNO_2} C_6H_5OH \xrightarrow{Zn} \underset{\text{बेंज़ीन}}{C_6H_6}$$

3. अमोनियासे प्रतिक्रिया. निर्जलीकारकों, जैसे अनार्द्र कैल्सियम क्लोराइडकी स्थिति में अमोनियाकी क्रियासे, फ़ेनॉल, एनिलीनमें परिणत हो जाता है।

$$C_6H_5.OH + CaCl_2.NH_3 \rightarrow C_6H_5NH_2 + H_2O + CaCl_2$$

4. फ़ॉस्फ़ोरस पेण्टा क्लोराइडकी क्रिया. क्लोरोबेंज़ीन बनता है किन्तु इसकी लब्धि बहुत कम होती है क्योंकि पार्श्व प्रतिक्रिया द्वारा ट्राइ-फ़ेनिल फ़ॉस्फ़ेट भी बनता है।

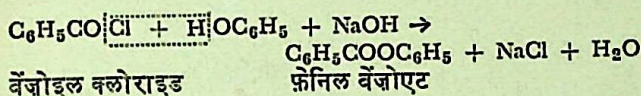
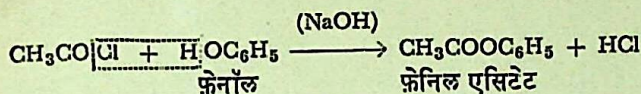
$$C_6H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_6H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

$$[3C_6H_5OH + POCl_3 \rightarrow \underset{\text{ट्राइफ़ेनिल फ़ॉस्फ़ेट}}{(C_6H_5)_3PO_4} + 3HCl]$$

5. एसिटिलीकरण और बेंज़ोइलीकरण. सोडियम हाइड्रॉक्साइडकी उपस्थिति में फ़ेनॉलको एसिटिल क्लोराइड (या एसिटिक अनहाइड्राइड) द्वारा एसिटिलीकृत और बेंज़ोइल क्लोराइड द्वारा बेंज़ोइलीकृत (शाटन-बामन-प्रतिक्रिया) करनेसे फ़ेनिल एसिटेट और फ़ेनिल बेंज़ोएट (एस्टर) बनते हैं।

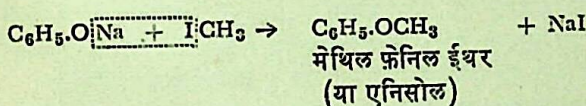
$$CH_3CO|Cl + H|OC_6H_5 \xrightarrow{(NaOH)} CH_3COOC_6H_5 + HCl$$

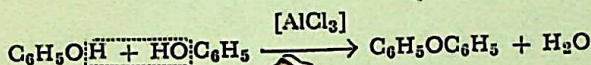
फ़ेनॉल — फ़ेनिल एसिटेट

$$C_6H_5CO|Cl + H|OC_6H_5 + NaOH \rightarrow C_6H_5COOC_6H_5 + NaCl + H_2O$$

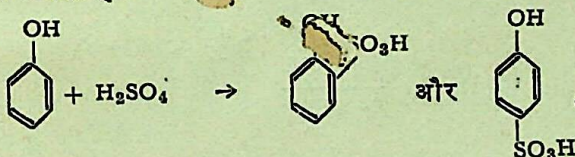
बेंज़ोइल क्लोराइड — फ़ेनिल बेंज़ोएट

6. **एल्किल हेलाइडोंसे प्रतिक्रिया.** सोडियम फ़ेनॉक्साइडको एल्किल हेलाइडों के साथ गर्म करनेसे एल्किल-फ़ेनिल (मिश्रित) ईथर बनते हैं जिन्हें फ़ेनॉलीय ईथर (phenolic ethers) कहते हैं, जैसे—

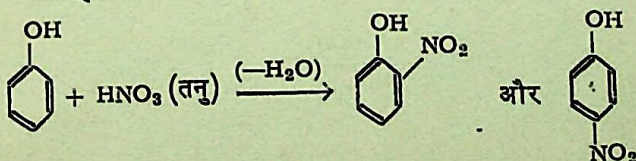
$$C_6H_5.O|Na + I|CH_3 \rightarrow C_6H_5.OCH_3 + NaI$$

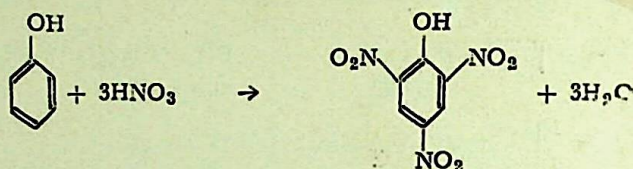
मेथिल फ़ेनिल ईथर (या एनिसोल)

7. **$AlCl_3$ की उपस्थितिमें ऊष्माका प्रभाव.** अनार्द्र अल्युमीनियम क्लोराइड (उत्प्रेरक) की उपस्थितिमें गर्म करनेसे डाइ-फ़ेनिल ईथर बनता है।

$$C_6H_5O|H + HO|C_6H_5 \xrightarrow{[AlCl_3]} C_6H_5OC_6H_5 + H_2O$$

(ख) बेंज़ीन नाभिककी प्रतिक्रियाएं.

1. **सल्फ़ोनीकरण.** सान्द्र स[illegible] अम्लकी क्रियासे ऑ० और पै० फ़ेनॉल सल्फ़ोनिक अम्ल बनते हैं।

$$C_6H_5OH + H_2SO_4 \rightarrow o\text{-}C_6H_4(OH)SO_3H \text{ और } p\text{-}C_6H_4(OH)SO_3H$$

2. **नाइट्रोकरण.** तनु नाइट्रिक अम्लकी क्रियासे ऑर्थो और पैरा नाइट्रोफ़ेनॉलों का मिश्रण बनता है।

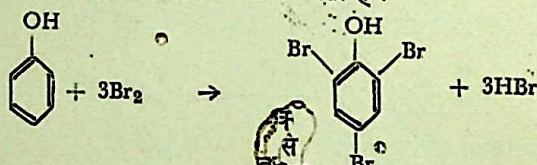
$$C_6H_5OH + HNO_3 \text{(तनु)} \xrightarrow{(-H_2O)} o\text{-}C_6H_4(OH)NO_2 \text{ और } p\text{-}C_6H_4(OH)NO_2$$

'नाइट्रोकरण मिश्रण' की क्रियासे 2:4:6 ट्राइ नाइट्रो फ़ेनॉल (पिक्रिक अम्ल) बनता है।

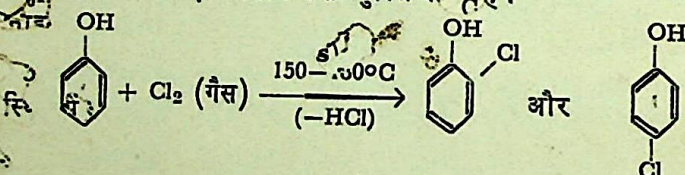
$$C_6H_5OH + 3HNO_3 \rightarrow C_6H_2(OH)(NO_2)_3 + 3H_2O$$

(OH; O_2N, NO_2, NO_2)
पिक्रिक अम्ल

तीन नाइट्रोमूलकोंकी उपस्थितिके कारण पिक्रिक अम्ल एक तीव्र अम्ल है जो कार्बोनेटों और बाइकार्बोनेटोंको विच्छेदित कर सकता है। यह अनेक बेंज़ीनिक यौगिकोंके साथ आण्विक यौगिक (molecular compounds) भी बनाता है जिन्हें 'पिक्रेट' (picrates) कहते हैं। पिक्रेट केलासीय और पानीमें अघुलनशील पदार्थ हैं। प्रत्येक यौगिकके पिक्रेटका निश्चित द्रवणांक होता है, इसलिए विभिन्न यौगिकोंके पिक्रेटोंका द्रवणांक मालूम करके उनकी पहचान (identification) की जा सकती है। इस कामके लिए यह प्रयोगशालाओंमें बहुत इस्तेमाल किया जाता है।

3. हैलोजनीकरण. क्लोरीन या ब्रोमीन जलसे प्रतिक्रिया करके फ़ेनॉल 2:4:6 ट्राइक्लोरो या ब्रोमो फ़ेनॉलका सफ़ेद अवक्षेप देता है।

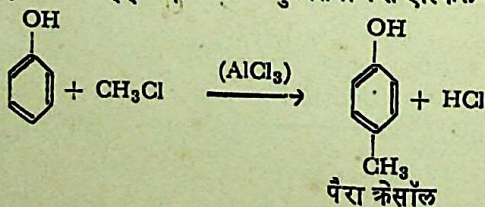
$$C_6H_5OH + 3Br_2 \rightarrow C_6H_2Br_3OH + 3HBr$$

(OH; Br, Br, Br)

क्लोरीन या ब्रोमीन गैसके साथ फ़ेन[illegible] 50-180°C तक गर्म करनेसे मुख्य-तया आँर्थो और थोड़ी मात्रामें पैरा-व्युत्पन्न व[illegible] है।

$$C_6H_5OH + Cl_2\ (\text{गैस}) \xrightarrow[(-HCl)]{150-[illegible]°C} o\text{-}ClC_6H_4OH \text{ और } p\text{-}ClC_6H_4OH$$

(मुख्य क्रियाफल) (थोड़ी मात्रामें)

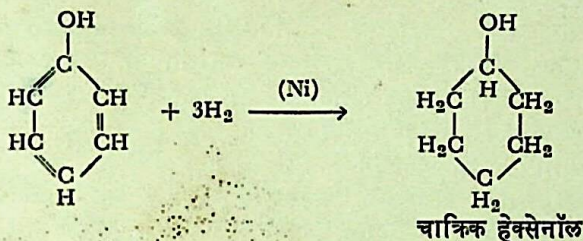
4. फ़्रीडल-क्राफ़्ट्स् प्रतिक्रिया. मुख्यतया पैरा एल्किल व्युत्पन्न बनता है, जैसे—

$$C_6H_5OH + CH_3Cl \xrightarrow{(AlCl_3)} p\text{-}CH_3C_6H_4OH + HCl$$

पैरा क्रेसॉल

5. अवकरण. सूक्ष्म वितरित निकिल (उत्प्रेरक) की उपस्थितिमें हाइड्रोजनके साथ 160°C तक गर्म करनेसे सन्तृप्त वसा चाक्रिक अल्[illegible]ल (alicyclic alcohol) बनता है।

$$C_6H_5OH + 3H_2 \xrightarrow{(Ni)} C_6H_{11}OH$$

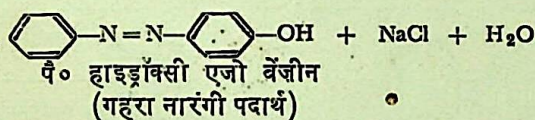
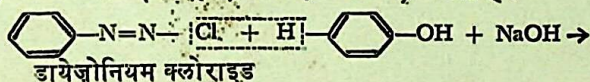
(बेंज़ीन वलय: OH–C, HC, CH, HC, CH, CH) → (OH–CH, H_2C, CH_2, H_2C, CH_2, CH_2)

चाक्रिक हेक्सेनॉल

6. युग्मन प्रतिक्रिया (**Coupling reaction**). बेंज़ीन डायेज़ोनियम क्लोराइडके साथ, क्षारकी उपस्थितिमें, फ़ेनॉल युग्मन प्रतिक्रिया द्वारा एक गहरे नारंगी (orange) रंगका पदार्थ (पै० हाइड्रॉक्सी एज़ो बेंज़ीन) बनाता है।

$$C_6H_5-N=N-\boxed{Cl + H}-C_6H_4-OH + NaOH \rightarrow$$

डायेज़ोनियम क्लोराइड

$$C_6H_5-N=N-C_6H_4-OH + NaCl + H_2O$$

पै० हाइड्रॉक्सी एज़ो बेंज़ीन
(गहरा नारंगी पदार्थ)

7. फ़ॉर्मेल्डिहाइडके साथ संघनन. क्षीण अम्लीय या क्षारीय माध्यममें फ़ॉर्मेल्डिहाइडके साथ संघनित होकर य... टिल रेज़िनीय पदार्थ बनाता है जिनसे 'बेकेलाइट' नामक प्लास्टिक बनाया जा... (देखो पृष्ठ 145)।

उपयोग. फ़ेनॉलका उपयोग निम्न... कामोंमें होता है :

1. कीटाणुनाशक (disinfectant) और कृमिनाशक (antiseptic) के रूप...
2. पिक्रिक अम्लके कल्पनके लिए।
3. फ़ेनॉफ़्थेलीन और बहुत-से रंग (dyes) बनानेके लिए।
4. सैलिसिलिक अम्लके कल्पनके लिए जिससे अनेक औषधियां बनायी जाती हैं।
5. बेकेलाइट बनानेके लिए।
6. चाक्रिक हेक्सेनॉल (cyclo hexanol) बनानेके लिए जो रबर और नाइट्रो सेलुलोजका महत्त्वपूर्ण घोलक है।
7. स्याहीमें स्कन्दनको रोकनेके लिए।

परीक्षण.

1. यह विशिष्ट फ़ेनॉलीय गन्धके कारण आसानीसे पहचाना जा सकता है।

2. फ़ेरिक क्लोराइड परीक्षण. फ़ेनॉलके जलीय घोलमें फ़ेरिक क्लोराइडके घोलकी कुछ बूंदें मिलाओ। एक बैंगनी रंग बनेगा जो एसिटिक अम्ल मिलाने पर समाप्त हो जाता है।

3. फ़ेनॉलके जलीय या अल्कोहलीय घोलमें ब्रोमीन जल मिलानेसे ट्राइ-ब्रोमो-फ़ेनॉलका सफ़ेद अवक्षेप ...ता है।

4. **लीबरमान की नाइट्रोसो परीक्षा (Liebermann's nitroso-test).** फ़ेनॉलको सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लमें घोल कर उसमें सोडियम नाइट्राइटका एक छोटा सा रवा डालो। घोलका रंग पहले लाल-भूरा और फिर तुरन्त नीला-हरा हो जायगा। इस घोलको पानीमें डालनेसे लाल-भूरा रंग पुनः बनता है जो कास्टिक सोडाका घोल डालने पर नीला-हरा हो जाता है।

5. **फ़ेनॉफ़्थेलीन परीक्षण.** एक परखनलीमें 0·5 ग्राम फ़ेनॉलको इतने ही थैलिक अनहाइड्राइड और दो-तीन बूंद सान्द्र सल्फ़्यूरिक अम्लके साथ गर्म करो। ठण्डा करके, बने हुए पदार्थको पानीमें घोल कर निकाल लो। घोलमें कास्टिक सोडा का घोल मिलाओ। गहरा लाल रंग बनेगा जो फ़ेनॉफ़्थेलीनके कारण है।

फ़ेनॉल (सीधा बेंज़ीनिक हाइड्रॉक्सी व्युत्पन्न) और अल्कोहल (एलीफ़ैटिक हाइड्रॉक्सी व्युत्पन्न) की तुलना

गुण	फ़ेनॉल	एथेनॉल
1. भौतिक गुण	रंगहीन, केलासीय ठोस; विशिष्ट गन्ध।	रंगहीन सुगन्धित द्रव।
2. ज्वलन	प्रकाशमान ज्वाला।	अप्रकाशमान ज्वाला।
3. सोडियमकी क्रिया	हाइड्रोजन निकलती है।	हाइड्रोजन निकलती है।
4. PCl_5 की क्रिया	—OH —Cl द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।	—OH मूलक—Cl द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।
5. एसिटिल क्लोराइडकी क्रिया	फ़ेनिल एसिटेट (एस्टर) बनता है।	एथिल एसिटेट (एस्टर) बनता है।
6. कास्टिक क्षारोंकी क्रिया	फ़ेनॉक्साइड और पानी बनते हैं।	कोई क्रिया नहीं।
7. जिंक चूर्णकी क्रिया	बेंज़ीन बनती है।	कोई क्रिया नहीं।
8. हैलोजनोंकी क्रिया	प्रतिस्थापन यौगिक बनते हैं।	ऑक्सीकरण होता है (जैसे क्लोरल, CCl_3.CHO का बनना)
9. सल्फ़ोनीकरण और नाइट्रोकरण	होता है।	नहीं होता।
10. फ़ॉर्मल्डिहाइडकी क्रिया	जटिल रेज़िन बनते हैं।	कोई क्रिया नहीं।
11. युग्मन प्रतिक्रियाएं (जैसे डायेज़ोनियम लवणोंके साथ)	होती हैं।	नहीं होती।